



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS**

MARIA APARECIDA BEZERRA OLIVEIRA

**IDENTIFICAÇÃO DE EVENTOS AGRÍCOLAS A PARTIR DE TENDÊNCIAS DE
PRECIPITAÇÕES NO SEMIÁRIDO.**

POMBAL – PB

MAIO DE 2017

MARIA APARECIDA BEZERRA OLIVEIRA

**IDENTIFICAÇÃO DE EVENTOS AGRÍCOLAS A PARTIR DE TENDÊNCIAS DE
PRECIPITAÇÕES NO SEMIÁRIDO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Sistemas Agroindustriais.

Linha de Pesquisa: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz.

Orientadora: Dra. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira

**POMBAL – PB
MAIO DE 2017**

O48i

Oliveira, Maria Aparecida Bezerra.

Investigação de eventos agrícolas a partir de tendências de precipitações no semiárido / Maria Aparecida Bezerra Oliveira. – Pombal, 2017.

55 f. : il. color

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz, Profa. Dra. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira".

Referências.

1. Agricultura. 2. Precipitação da Chuva. 3. Tendências de Chuva. I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira de. II. Nogueira, Virgínia de Fátima Bezerra. III. Título.

CDU 631(043)

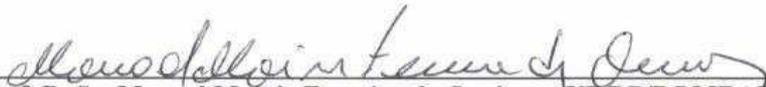
MARIA APARECIDA BEZERRA OLIVEIRA

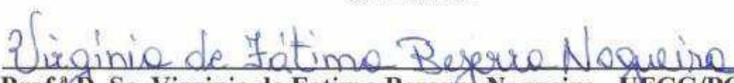
**IDENTIFICAÇÃO DE EVENTOS AGRÍCOLAS A PARTIR DE TENDÊNCIAS
DE PRECIPITAÇÕES NO SEMIÁRIDO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Sistemas Agroindustriais.

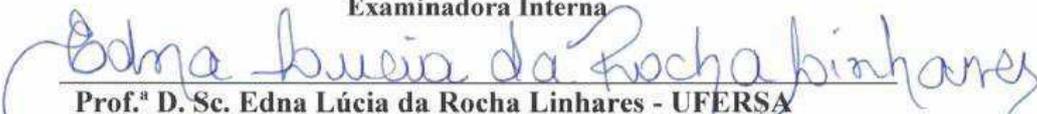
Aprovada em: 29 /05 /2017

Banca Examinadora:


Prof. D. Sc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz - UFCG/POMBAL
Orientador


Prof.ª D. Sc. Virginia de Fatima Bezerra Nogueira - UFCG/POMBAL
Orientadora


Prof.ª D. Sc. Jussara Silva Dantas - UFCG/POMBAL
Examinadora Interna


Prof.ª D. Sc. Edna Lúcia da Rocha Linhares - UFRSA
Examinadora Externa

**POMBAL - PB
MAIO DE 2017**

Este trabalho é inteiramente dedicado ao senhor da criação, DEUS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço á DEUS, dono da minha vida, pela constante proteção divina e ânimo nos dias mais difíceis. Por toda força concedida durante os períodos de lutas.

Ao meu orientador Manoel Moises e minha orientadora Virginia, por todo o apoio e ensinamentos repassados, não somente na área acadêmica, mas ensinamentos pra vida. Obrigada pelo tempo dedicado na minha orientação, vocês são exemplos de profissionais.

Ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal-PB. Por todos os ensinamentos repassados e amizade proporcionada.

Aos meus pais, Josefa Bezerra da Silva Oliveira e Rosimildo Oliveira do Nascimento, companheiros de todas as horas, que estiveram comigo não somente neste período, mas também durante toda a minha vida e me formou na pessoa que eu sou hoje. Obrigada por ter feito das minhas escolhas as suas e por sempre estarem comigo, amo vocês.

A minha irmã Maria de Fátima, a pessoa mais especial que já conheci e que todos os dias me surpreende com sua garra, palavras amigas, conselhos e carinhos. Saiba que se não fosse pelo seu apoio eu não estaria onde estou, se não fosse você dizendo que tudo iria da certo a luta tinha sido mais difícil. Obrigada e saiba que você é um dos meus maiores amores e melhor irmã do mundo.

Aos meus irmãos e homens da minha vida Rosálio, Rosélio, Rogério, Francisco e Edinir, vocês são os melhores irmãos que Deus poderia ter me dado, obrigada pelo apoio, carinho, conselhos e palavras amigas, amo vocês.

Aos meus amigos e irmãos da universidade, muito obrigado vocês são pessoas maravilhosas e que sempre estarão na minha memória. Com destaque especial para Carla Mabel, Narawilka Cardoso, Adna Lúcia e Mara Monalisa, vocês proporcionaram momentos únicos durante esta caminhada, sempre vão estar no meu coração.

Obrigada á todo o corpo docente da Universidade Federal Rural do Semiário - UFERSA, campus Caraúbas, por todos os ensinamentos repassados. Em especial a minha eterna orientadora, professora Edna.

A minha grande amiga Elizabhety Grangero por todo apoio e amizade, você é muito especial.

Seja forte e corajoso.

RESUMO

A precipitação se caracteriza como uma variável de suma importância para o ciclo hidrológico, correspondendo à fase à qual a água volta para a superfície. A precipitação está intimamente ligada com o desenvolvimento de determinadas atividades relacionadas à agricultura, tal variável se relaciona e influencia de forma direta os eventos agrícolas, além do mais é importante para definição do clima de qualquer região. Mediante sua importância o presente trabalho faz referência ao estudo da variável precipitação e sua influência em eventos agrícolas. O objetivo deste concentrou-se em realizar uma análise de tendências pluviométricas com os eventos agrícolas, a partir de dados pluviométricos registrados em estações pluviométricas referentes aos municípios inseridos na área de estudo, ou seja, estações pluviométricas de cidades inseridas no estado da Paraíba-PB e pertencentes à bacia hidrográfica Pianco-Piranhas-Açu. Para elaboração desse projeto foram montadas rotinas matemáticas com o auxílio do software matlab para que as séries históricas fossem analisadas. Além da aplicação do teste estatístico Mann-Kendall para determinar as tendências monotônicas. Para as oito localidades estudadas apenas a cidade de Itaporanga apresentou tendência, sendo essa negativa.

Palavras-Chave: Precipitação. Agricultura. Tendências.

ABSTRACT

Precipitation is characterized as a very important variable for the hydrological cycle, corresponding to the phase at which water returns to the surface. Precipitation is closely linked with the development of certain activities related to agriculture, such a variable is directly related to and influencing agricultural events, moreover it is important to define the climate of any region. Due to its importance, the present work refers to the study of the precipitation variable and its influence on agricultural events. The objective of this study was to perform an analysis of pluviometric trends with agricultural events, based on pluviometric data recorded in pluviometric stations referring to the municipalities inserted in the study area, that is, rainfall stations of cities inserted in the state of Paraíba-PB And belonging to the catchment area Pianco-Piranhas-Açu. For the preparation of this project, mathematical routines were assembled with the help of matlab software so that the historical series could be analyzed. In addition to applying the Mann-Kendall statistical test to determine the monotonic trends. For the eight localities studied, only the city of Itaporanga presented a tendency, being this negative.

Keywords: Precipitation. Agriculture. Tendencies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: principais municípios produtores de culturas agrícolas temporárias e permanentes.	22
Figura 2: Precipitação do tipo convectiva.	25
Figura 3: Precipitação do tipo orográfica.	25
Figura 4: Precipitação do tipo orográfica.	26
Figura 5: Distribuição de frequências de chuvas nas localidades de Pombal, Cajazeiras e Belém do Brejo do Cruz, no período de 1994 a 2016.	40
Figura 6: Distribuição de frequências de chuvas nas localidades de Patos, Catolé do Rocha e Itaporanga, no período de 1994 a 2016.	41
Figura 7: Distribuição de frequências de chuvas nas localidades de São José de Piranhas, Catingueira e Sousa, no período de 1994 a 2016.	41
Figura 8: Número de dias com chuva (NDC) e sem chuva (NDSC) e Probabilidade de chover (PDC) e de não chover (PDSC).	43
Figura 9: Número de dias com chuva (NDC) e sem chuva (NDSC) e Probabilidade de chover (PDC) e de não chover (PDSC).	44
Figura 10: Número de dias com chuva (NDC) e sem chuva (NDSC) e Probabilidade de chover (PDC) e de não chover (PDSC).	45
Figura 11: Figura 2 – Boxplot das chuvas históricas mensais das localidades em estudo, entre 1994 e 2016.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção de cereais, leguminosas e oleaginosas - confronto entre as safras 2016 e 2017 - Brasil - Fevereiro de 2017.....	19
Tabela 2: Cidades selecionadas para o estudo.....	32
Tabela 3: Frequência de chuvas em intervalos observados nas séries históricas das dez cidades do estado da Paraíba inseridas na Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu.....	37
Tabela 4: Valores das estatísticas do teste Mann Kendall.	47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A – Coeficiente Angular;
Abr – Abril;
Agos – Agosto;
B – Coeficiente Linear;
Dez – Dezembro;
Fev – Fevereiro;
J – José;
Jan - Janeiro;
Jul – Julho;
Jun – Junho;
Mai – Maio;
Mar – Março;
NDC – Número de dias chuvosos;
NDSC- Número de dias sem chuva;
Nov – Novembro;
Out – Outubro;
PDC – Probabilidade de dias chuvosos;
PDSC – Probabilidade de dias sem chuvas;
Set – Setembro;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVOS GERAIS	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 AGRICULTURA	18
3.1.1. Agricultura de sequeiro.....	22
3.2 PRECIPITAÇÕES.....	24
3.3 PRECIPITAÇÕES E EVENTOS AGRÍCOLAS	27
3.4. TESTES ESTATÍSTICOS.....	30
4. METODOLOGIA	32
4.1. LOCAL DA PESQUISA.....	32
4.2 QUANTIDADE DE CHUVA.....	33
4.3 ANÁLISE DE DADOS	33
4.3.1. Teste Mann-Kendall	34
4.3.2. San Slope	35
5. RESULTADOS E DISCURSSÃO	37
6. CONCLUSÕES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

As atividades econômicas e muitos processos ambientais estão amplamente relacionados com a variável precipitação, essa é parâmetro fundamental para determinar as condições do clima semiárido brasileiro, mais especificamente da região do Nordeste (SANTOS et al., 2009). Uma atividade que depende primordialmente do fenômeno de precipitação é a agricultura de sequeiro, essa por sua vez é definida por Quaranta (2012) como a agricultura correspondente ao cultivo sem o uso da irrigação em regiões onde a precipitação anual é inferior ou igual a 500 mm. Essa prática de cultivo necessita de técnicas específicas que permita a utilização eficaz e eficiente da umidade limitada do solo.

Segundo Milanesi (2014) a precipitação corresponde a qualquer ou todas as formas de partículas de água, líquidas ou sólidas, que caem de nuvens presentes na atmosfera e atingem a superfície. Essas partículas podem cair através de chuvas, orvalhos, granizo e neve. O fenômeno da precipitação é característica do ciclo hidrológico, sendo uma das mais importantes etapas do ciclo ao qual tem a responsabilidade de retornar a água que foi evaporada e transpirada para a superfície novamente.

Segundo Santos et al (2009) as mudanças ocorridas na precipitação afeta diretamente o ciclo hidrológico e recursos hídricos. Espera-se que a temperatura média seja alterada por mudanças climáticas e os referidos valores de precipitação, em contra partida a variabilidade pluvial pode causar inundações e secas mais intensas e frequentes.

A distribuição e quantidade de chuvas são de suma importância para as culturas, pois para que as plantas tenha um bom desenvolvimento é necessário uma certa quantidade de água, mediante a alta demanda para uma boa produtividade agrícola. A precipitação possui uma importância primordial para agricultores, principalmente agricultores da região semiárida do Nordeste Brasileiro ao qual precisa de chuvas para o desenvolvimento de suas culturas como feijão e milho, entre outras. Portanto, a precipitação esta relacionada com o desenvolvimento econômico de uma determinada região, já que a agricultura depende altamente dos índices pluviais.

De acordo com Ferreira (2006) a precipitação varia e essa variabilidade é responsável por caracterizar o período em seco ou chuvoso, o que influencia diretamente na agricultura em 24 diferentes regiões do País. De acordo ainda com Ferreira (2006) é importante o conhecimento relacionado às características e duração das estações chuvosas e menos

chuvosas, pois promove e possibilita que atividades agrícolas como a irrigação e o preparo do solo, possam ser planejadas e realizadas de forma racional, diminuindo os custos da produção.

Diante o exposto pode-se perceber o grau elevado de importância da precipitação para o desenvolvimento do ciclo fundamental da natureza, assim como, para o desenvolvimento da agricultura. Essa prática age como a principal fonte de renda e sobrevivência para a maioria da população residente no Semiárido Nordeste Brasileiro. Mediante a importância da ocorrência da precipitação para eventos agrícolas, surge o referente estudo voltado a discutir essa relação e gerar informações importantes para os agricultores, para que estes possam planejar de modo a produzir de maneira mais eficiente. Como a precipitação influencia na agricultura, essa deve ser estudada, pois a população mundial cresce constantemente e necessita cada vez mais de alimento, que por sua vez é gerado em grande quantidade nos cultivos em campo. O trabalho se torna possível mediante a existência e acesso existente aos dados de precipitação registrados em várias estações pluviométricas distribuídas na bacia hidrográfica Piancó – Piranhas – Açu. Destaca-se a precipitação como sendo uma das variáveis importantes para caracterização climatológica de uma determinada região, ressaltando assim o seu grau de importância mediante ao elevado grau de incerteza na variabilidade climatológica.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Este estudo tem por objetivo identificar as tendências de quantidade de chuvas em diferentes resoluções temporais, a partir de séries de registros diários de chuvas de longo prazo (> 20 anos) de estações pluviométricas pertencentes ao estado da Paraíba e localizadas na bacia hidrográfica Piancó – Piranhas – Açu.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Montar um banco de dados com as precipitações registradas nas estações pluviométricas das cidades selecionada, sendo essa série histórica com um intervalo maior que trinta anos;
- Analisar as precipitações diárias máximas e relacionar com os possíveis eventos agrícolas;
- Identificar um período mais adequado para as atividades agrícolas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 AGRICULTURA

O setor agrícola vive em constante transformação, a rapidez do processo de modernização tem alta capacidade de transformação dos estabelecimentos, levando-os a atingir elevados níveis de renda agrícola, mas os estabelecimentos que não acompanham essas mudanças acabam estagnados, aumentando as disparidades de renda no setor (LOPES et al., 2012).

De acordo com Nunes (2007), a agricultura, no mundo, pode ser caracterizada através de dois momentos históricos. O primeiro, conhecido como a Revolução Verde, o qual consistiu na utilização de máquinas e insumos industriais que incrementou a produção e a produtividade. O segundo, o mais atual, é a coordenação de algumas grandes empresas que controlam o setor. O autor aponta alguns fatos que acenderam a agricultura no mundo, nos últimos anos, a exemplo, cita-se a modernização de máquinas e equipamentos, insumos, pesquisas, crédito agrícola.

De acordo com Araújo e Mancal (2015), a partir dos anos de 1990, a adoção de mecanismos modernos de política agrícola fez com que, mesmo com a redução dos gastos públicos na agricultura, a iniciativa privada se sentisse incentivada a conceder crédito ao setor, o qual pode em parte explicar o aumento na taxa média de crescimento da produtividade total dos fatores agrícola, principalmente em 2001.

Por outro lado, a modernização da agricultura trouxe consigo algumas consequências ao setor, a saber: aumento da produtividade do trabalho e da terra; liberação de mão de obra; aumento da oferta *per capita* de alimentos; queda relativa da população rural; barateamento do custo de grande parte dos alimentos; contaminação ambiental e dos alimentos; e desequilíbrios ecológicos (NUNES, 2007).

O setor agrícola do Brasil desempenha um papel importante para o desenvolvimento do País. Apesar de a agricultura ter ocupado 5,4% do PIB, do Brasil, em 2010-2013, o setor cresceu consideravelmente nas últimas três décadas. A produção agrícola mais que dobrou em volume se comparado ao nível registrado em 1990, já a atividade pecuária praticamente triplicou, considerando o mesmo período. As exportações agrícolas do Brasil desempenham

um papel importante nos mercados internacionais, sendo o segundo maior exportador agrícola mundial e o maior fornecedor de açúcar, suco de laranja e café. Em 2013, ultrapassou os Estados Unidos como o maior fornecedor de soja e é um importante exportador de tabaco e aves. É ainda um grande produtor de milho, arroz e carne bovina – cuja maior parte é consumida pelo mercado interno (OCDE-FAO, 2015). De acordo com dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, houve um aumento (com variação de 14,9%) considerável da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas, da safra de 2017 em relação à safra de 2016, como mostra a tabela 1.

Tabela 1: Produção de cereais, leguminosas e oleaginosas - confronto entre as safras 2016 e 2017 - Brasil - Fevereiro de 2017.

Produtos Agrícolas	Produção (t)		Variação (%)
	Obtida Safra 2016	Obtida Safra 2017	
Algodão herbáceo (caroço)	2 057 886	2 227 002	8,2
Amendoim (em casca) 1ª safra	422 934	413 246	-2,3
Arroz (em casca)	10 583 585	11 759 096	11,1
Feijão (em grão) 1ª safra	1 128 932	1 581 867	40,1
Manona (baga)	22 096	18 025	-18,4
Milho (em grão) 1ª safra	24 319 708	29 838 994	22,7
Soja (em grão)	95 753 265	108 404 791	13,2
Sub-total	134 288 406	154 243 021	14,9

Fonte: IBGE.

A agricultura é uma das atividades do setor econômico de certas regiões que pode ser severamente afetada pelas variações do clima, ou seja, os elementos meteorológicos exercem influência direta sobre a produtividade agrícola de determinadas culturas. A não previsibilidade da variabilidade climática é uma das principais fontes de risco para as atividades agrícolas (HARDAKER et al., 1997). A maioria das dificuldades enfrentadas pelas safras brasileiras é devido às causas climáticas: secas, chuvas fortes e geada. Podemos citar as culturas de verão (arroz, feijão, milho, soja, mandioca e outras plantadas na época de chuvas,

de setembro em diante) em que as perdas por seca ou por chuvas fortes alcançam até 60% e 32%, respectivamente (ROSSETTI, 2000).

Segundo Castro (2013), a agricultura tem papel importante no desenvolvimento econômico e social da região Nordeste do Brasil, pois 82,6% da mão de obra do campo são realizados pela agricultura familiar. Entretanto, o autor alerta para o fato de que a agricultura do Nordeste ainda ser baixa, se comparadas a outras regiões do País. Este fator pode estar relacionado aos longos períodos de escassez hídrica que insistem em incidir sobre a região, principalmente sobre o semiárido. De acordo com Fontana e Berlato (1997), em alguns casos, o excesso de chuvas pode favorecer algumas culturas, como milho e soja, que representam 75% da produção de grãos da Região Sul do Brasil.

De acordo com Araújo e Mancal (2015), a região Nordeste, por apresentar limitações no que diz respeito aos recursos naturais para a produção agrícola, concentra a sua principal fonte de renda do meio rural, sendo atribuída à baixa produtividade um dos fatores que causam a pobreza de muitas famílias do campo.

No que se refere ao Estado da Paraíba, Aquino et al (2014), esclarece que a agricultura familiar é o principal segmento social rural do Estado, respondendo pela maior oferta de ocupação de mão de obra e por mais da metade da riqueza gerada pelos estabelecimentos agropecuários localizados na região. Os autores relatam que, ainda, existem poucos trabalhos neste segmento, ou seja, mesmo com a rica base das pesquisas do IBGE, a literatura não trás muitos trabalhos sobre a realização de estudos para tentar demonstrar a dimensão e as características de grupos sociais, que põe em prática e/ou sobrevive desta atividade.

Na Paraíba, aproximadamente 23% da área total é destinada para a agricultura de pequenas propriedades, que são responsáveis por mais de 40% da produção agropecuária do Estado. Neste segmento, as principais culturas que se destacam a cana de açúcar (48,17%), feijão (11,78%), milho (9,04%), abacaxi (4,74 %), inhame (4,35%), mandioca (4,02%), arroz (2,38%), algodão em caroço (2,1%), batata doce (1,07%) e tomate (1,04%) (SOUSA & TARGINO, 2009).

No que se refere ao Rio Grande do Norte, a produção agrícola possui uma área de 2922 hectares ocupados com lavouras permanentes, sendo que 58% deste total eram compostas de lavouras permanentes em propriedades não familiares e 42% compostas por agricultura familiar (BRASIL, 2014).

De acordo com o Censo Agropecuário do IBGE (2006), existem cerca de 83.053 estabelecimentos agropecuários no Rio Grande do Norte, sendo que 14% deste total pertence a agricultura não familiar, e 86% do total são destinados à agricultura familiar do estado. No que se refere à produção agropecuária, o Censo indicou que, em estabelecimentos não familiares prevalecia as principais produções eram a da banana (54%) e laranja (4%). Na agricultura familiar, o cultivo da banana também é destaque, com 41% da área total de lavouras permanentes do Rio Grande do Norte, a laranja chega a apenas 0,1%.

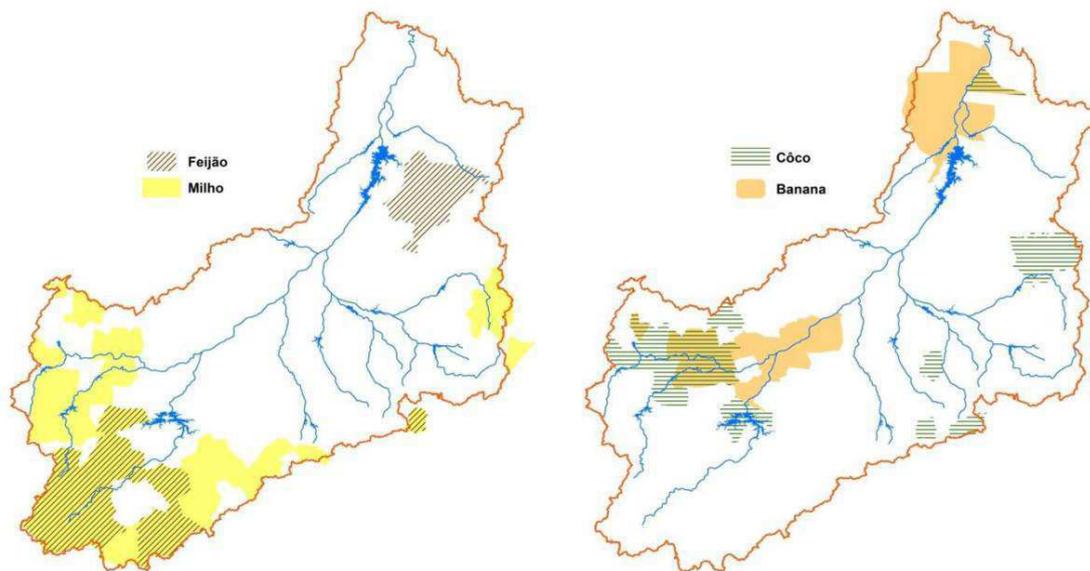
Tanto o estado da Paraíba como o estado do Rio Grande do Norte, fazem parte da bacia hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, o setor agrícola nestas regiões demanda de bastante água, para manter a produção além do período chuvoso. De acordo com Freitas & Lopes (2003), as necessidades hídricas das culturas variam de diferentes formas, tais como: função do estágio de crescimento das plantas; do tipo de solo; e das condições climáticas da região. O autor explica que a quando cessam as precipitações dá-se à complementação hídrica através da irrigação. A irrigação consiste no conjunto de técnicas destinadas a deslocar a água no tempo e no espaço, modificando as possibilidades agrícolas de cada região, no intuito de corrigir ou adequar a distribuição natural das disponibilidades às necessidades das culturas. Assim o uso dos recursos hídricos da bacia é constante, e a falta da água torna-se inevitável caso a região sofra de anormalidades climáticas.

De acordo com a Agência Nacional das Águas-ANA (2016), na bacia hidrográfica do Piancó-Piranhas-Açu a agricultura irrigada é uma das principais atividades econômicas e responde pela maior parte da demanda hídrica total, onde ocupou uma área total de 54.385 há, em 2011.

Segundo o censo agropecuário do IBGE (2006), os principais métodos utilizados para irrigação na bacia são: 56% por aspersão; 22% por gravidade (sendo 13% com inundação e 9% de sulcos); 9% por gotejamento e microaspersão; e 13% por outros métodos.

De acordo com a ANA (2016), as principais culturas temporárias, e que englobam a maior área, cultivadas na bacia são o feijão (44%) e o milho (43%), já as culturas permanentes, a produção de caju ocupa a maior área, com 73%, em segundo lugar vem a plantação de banana, ocupando 8% da área da bacia e, em seguida, o coco-da-baía, que representa 6% da área da bacia. Os principais perímetros irrigados são o Várzeas de Sousa (DPIVAS), o de São Gonçalo e o Distrito de Irrigação do Baixo Açu (DIBA). A Figura 1 mostra os principais municípios produtores de culturas agrícolas temporárias e permanentes.

Figura 1: principais municípios produtores de culturas agrícolas temporárias e permanentes.



Fonte: ANA, 2016.

3.1.1. Agricultura de sequeiro

O uso racional da água no setor agropecuário deve ser entendido, pelos usuários, como sendo resultado da preocupação com a conservação da água, fazendo com que haja uma percepção da necessidade de se harmonizar a oferta com a demanda, em diversos usos consuntivos e não consuntivos. No Brasil, prevalece a agricultura tradicional (de sequeiro), ocupando cerca de 94,1% da área agricultada. (MMA, 2006).

De acordo com o MMA (2006), as variações climáticas podem afetar diretamente a capacidade produtiva destas áreas, em diversas regiões do País, inclusive no Sul e na região Centro-Oeste, onde se encontram os grandes produtores agrícolas. As transformações do clima é um dos principais desafios do setor: como assegurar a produção e atender os compromissos de demanda em situações em que grande parte dos produtores fica a mercê de variações climáticas e em riscos frequentes de frustração de colheitas.

A agricultura de sequeiro é uma espécie de cultivo sem irrigação, em regiões onde a precipitação anual é bem baixa. De acordo com Graef e Haigis (2001), na agricultura de sequeiro a regularidade e quantidade das chuvas e as variabilidades espacial e temporal da precipitação pluvial, nas regiões áridas e semiáridas, são fatores limitantes para este tipo de agricultura. Neste contexto, Unger (2009), explica que a agricultura de sequeiro faz parte de uma estratégia de inclusão sustentável de desenvolvimento para o Nordeste, necessitando,

para isto, para a efetivação de seu potencial toda uma série de inovações institucionais e tecnologias.

De acordo com Silva e Da Silva (2016), em relação à agricultura de sequeiro as culturas têm sua produtividade altamente dependente de interações entre suas fases fenológicas e das variações interanuais do clima. Os autores explicam que inevitavelmente, nesse sistema toda cultura depende, da quantidade, da distribuição e da intensidade das chuvas. Deste modo, eles aconselham que seja importante o estudo do impacto das secas na produção agrícola.

Na região do Nordeste do Brasil, é comum a prática de agricultura de subsistência, voltada a condições de sequeiro, no qual a produtividade depende da fertilidade do solo, que se apresentam muitas vezes erodidos, pobres em nutrientes e com níveis baixos de matéria orgânica. Isso faz com que haja dificuldades de implantação de algumas espécies agrícolas na região devido ao pequeno acúmulo de cobertura morta, uma vez que não há condições climáticas para se estabelecer uma sucessão de culturas ao longo do ano, devido ao baixo período da quadra chuvosa. Outro fator é a temperatura elevada da região, favorecendo a decomposição rápida dos resíduos, e conseqüentemente diminuir a cobertura do solo (SAMPAIO et al., 1995; FRAGA 2002; SILVA NETO, 2003; NUNES et al., 2004; SILVA 2002; SILVA et al, 2011).

Por outro lado, o MMA (2006) explica que a agricultura de sequeiro vem internalizando, aos poucos, a percepção da importância do meio ambiente, dos serviços por ele prestados e sua conseqüente valorização. A exemplo, cita-se a adoção de técnicas agropecuárias mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, resultando no aumento da produtividade da atividade pecuária e a conseqüente disponibilização de áreas para a agricultura de sequeiro. O setor, também, vem investindo a tecnologia de irrigação, tornando menos dependente dos eventos de chuva.

O manejo da irrigação, da drenagem agrícola e das práticas conservacionistas na agricultura de sequeiro, no setor de produção de alimentos vegetais, são desafios a serem superados. O caminho a ser seguido para o melhoramento destes parâmetros seria fortalecer a capacidade do poder público e criar vínculos entre os produtores, a academia e o setor industrial, para em conjunto com a ciência e a tecnologia, ampliarem as alternativas de manejo, as ofertas de formação técnicas, melhorias de manejo, otimização dos equipamentos e dos tradicionais instrumentos de gestão da água (MMA, 2006).

Alguns fenômenos climáticos, dentre os quais está a precipitação, possuem participação decisiva no crescimento das plantas, além de provocarem diversos efeitos sobre regiões produtoras de alimento. Nessas circunstâncias, a autora explica que é importante a quantidade e a distribuição de chuvas para as culturas, fazendo com que a demanda seja suficientemente adequada para que as plantas se desenvolvam, e com isso proporcionar uma boa produtividade agrícola (FERREIRA, 2006). De acordo com Silva et al (2008), a agricultura é um dos segmentos mais importantes do processo de desenvolvimento econômico, e é aquela que mais depende das condições naturais, como o clima e do solo, pois vão controlar o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

3.2 PRECIPITAÇÕES

Na meteorologia, a variável precipitação é uma das mais importantes do ciclo hidrológico, pois pode influenciar em diversas atividades humanas, tais como, a agricultura, a pesca, a pecuária e, principalmente, o abastecimento de água para o consumo humano (SILVA et al, 2010). A precipitação corresponde a qualquer ou todas as formas de partículas de água, líquidas ou sólidas, que caem de nuvens presentes na atmosfera e atingem a superfície. O fenômeno da precipitação é característica do ciclo hidrológico, sendo uma das mais importantes etapas do ciclo ao qual tem a responsabilidade de retornar a água que foi evaporada e transpirada para a superfície novamente (MILANESI, 2014).

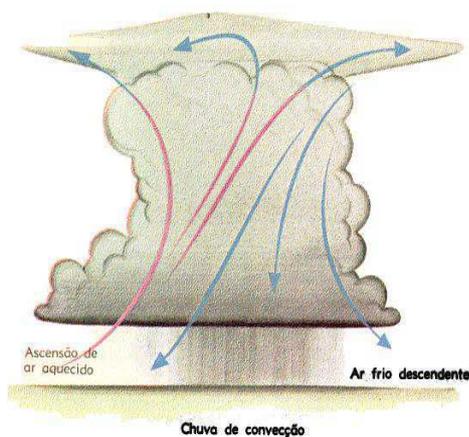
Segundo Santos et al (2009) as mudanças ocorridas na precipitação afeta diretamente o ciclo hidrológico e recursos hídricos. Espera-se que a temperatura média seja alterada por mudanças climáticas e os referidos valores de precipitação, em contrapartida a variabilidade pluvial pode causar inundações e secas mais intensas e frequentes.

De acordo com Tucci (2009), na área da hidrologia, a precipitação é entendida como sendo o termo geral dado a todas as formas de água depositada na superfície terrestre, tais como chuvisco, chuva, neve, saraiva, granizo, orvalho e geada. O autor explica que as precipitações são formadas de acordo com as condições que produzem o movimento vertical do ar, a partir de fatores como convecção térmica, relevo e ação frontal de massas de ar. Assim, os principais tipos de precipitações se resumem em três formas: Precipitações convectivas; Precipitações orográficas; e Precipitações ciclônicas ou frontais.

- **Precipitações Convectivas**

Esse tipo de precipitação ocorre devido ao aquecimento diferencial da superfície, podendo ocorrer bolsões menos densos de ar envolto no ambiente, em equilíbrio instável. Este equilíbrio pode ser rompido facilmente e proporcionar a ascensão rápida do ar a grandes altitudes. Estas precipitações são bem comuns em regiões tropicais, e se caracterizam por ser de grande intensidade e curta duração, atingindo pequenas áreas. A Figura 2 ilustra como acontece esse tipo de precipitação.

Figura 2: Precipitação do tipo convectiva.

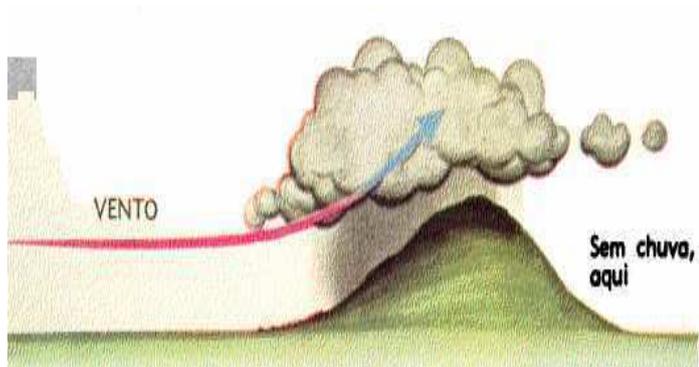


Fonte: Tucci (2009)

- **Precipitações Orográficas**

Neste tipo de precipitação, o relevo é o fator principal que gera a sua ocorrência (Figura 3). Assim, o ar é forçado, mecanicamente, a transpor barreiras impostas pelo relevo, isso faz com que os ventos quentes e úmidos, vindos dos oceanos para os continentes, ao encontrar uma barreira montanhosa, sejam forçados a ascender e resfriar-se adiabaticamente, favorecendo a condensação do vapor, no qual irá formar as nuvens e posteriormente a chuva. Geralmente, essas precipitações são de pequenas intensidades, grande duração e cobrem pequenas áreas.

Figura 3: Precipitação do tipo orográfica.



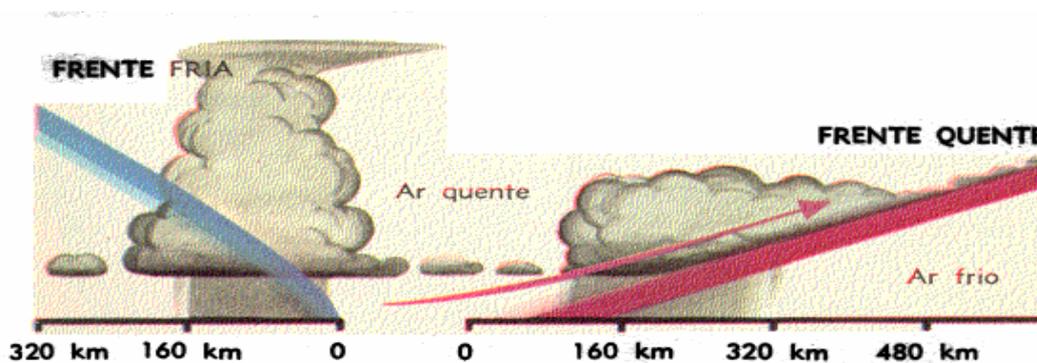
Fonte: Tucci (2009)

- **Precipitações Ciclônicas ou Frontais**

As precipitações ciclônicas ou frontais ocorrem devido ao movimento de massas de ar de regiões de alta para baixas pressões, causado pelo aquecimento desigual da superfície terrestre. Essas precipitações podem ser do tipo frontal e não frontal. A precipitação frontal resulta da ascensão do ar quente sobre o ar frio na zona de contato entre duas massas de ar de características diferentes. Já a precipitação não frontal ocorre devido a uma baixa barométrica, assim o ar é elevado em consequência de uma convergência horizontal em áreas de baixa pressão.

Esse tipo de precipitação é caracterizado pela longa duração e apresentam intensidades de baixa a moderada, atingindo grandes áreas. A Figura 4 mostra o comportamento da precipitação do tipo ciclônica ou frontal.

Figura 4: Precipitação do tipo orográfica.



Fonte: Tucci (2009)

Existe basicamente três climas que predominam sobre o NEB, a saber: o Litorâneo úmido (do litoral da Bahia ao litoral do Rio Grande do Norte); o clima tropical úmido (inserido em partes da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí); e clima tropical semiárido (abrangendo o sertão nordestino). As precipitações destes climas costumam variar de região para região (KAYANO e ANDREOLI, 2009). No que se refere à Precipitação na região NEB, Graef e Haigis (2001) explicam que os eventos de chuvas ocorrem devido ao posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Esta zona, nos meses de março e abril, posição em que se situa mais ao sul, provoca acumulados significativos de chuvas nas regiões norte e nordeste, já nos meses de agosto e setembro, quando atinge sua posição mais ao norte, torna o período mais seco em ambas as regiões.

Os mecanismos dinâmicos que produzem precipitação no NEB podem ser classificados em mecanismos de grande escala, que representam de 30 a 80% das chuvas na região. Um exemplo de um mecanismo de grande escala é ZCIT, sendo que as perturbações ondulatórias no campo dos ventos Alísios, complexos convectivos e brisas marítima e terrestre fazem parte da ZCIT. O fator que é importante para a presença de chuvas na região Sul e na região Este do Nordeste brasileiro é a penetração de sistemas frontais, entre as latitudes 5°S e 18°S. Essa penetração até as latitudes equatoriais ocorre mais frequentemente no inverno do Hemisfério Sul, pois o posicionamento médio da ZCIT é em torno de 10°N a 14°N nessa época (MOLION e BERNARDO, 2000).

No que se refere ao comportamento da precipitação bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu, Moraes et al (2005), explicam que a bacia se caracteriza por apresentar grandes flutuações espaciais e temporais de precipitações, causando perdas irreparáveis por falta ou má distribuição de chuvas. A Agência Nacional das Águas-ANA (2016), esclarece que as precipitações, na bacia, se concentram nos meses de fevereiro a maio, com alta variabilidade interanual, e que a precipitação anual varia entre 440 a 1050 mm/ano.

3.3 PRECIPITAÇÕES E EVENTOS AGRÍCOLAS

Muitos pesquisadores, preocupados sobre como a variação sazonal da precipitação influencia sobre as condicionantes ambientais, vêm desenvolvendo estudos com base no número de dias chuvosos, considerando vários países. Como exemplo, cita-se o trabalho realizado por Modarres e Silva (2007), no qual desenvolveram uma pesquisa sobre séries temporais de precipitações anuais, número de dias chuvosos por ano e precipitação mensal de estações localizadas em diferentes regiões do semiárido do Irã, nos resultados os autores concluíram que apenas 2 estações meteorológicas, de 20 analisadas, apresentaram significância a 1 e 5% de probabilidade.

No que se refere ao Brasil, Zanetti et al (2006), realizaram um trabalho com o objetivo de validar o modelo ClimaBR, referente à geração de séries sintéticas de precipitação total diária em diferentes localidades brasileiras. Os resultados mostraram que o modelo adotado apresentou bom desempenho na geração de séries sintéticas de precipitação, considerando o número de dias chuvosos e precipitação total diária, para todas as localidades testadas.

Marcuzzo et al (2013), analisaram a tendência mensal e anual do Número de Dias de Chuva no estado do Mato Grosso, onde foi realizado um estudo de sua variabilidade extrema

e da sua possível correlação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) de intensidade moderada ou forte. Os autores concluíram que nos meses de primavera e verão, obtiveram-se os maiores valores médios de número de dias de chuva, para o período estudado, ficando os meses de outono e inverno com os menores valores.

Da Silva et al (2012), analisaram as séries temporais de precipitação (no período de 1935 a 2000) e do número de dias de chuva na região NEB, buscando identificar as áreas mais susceptíveis às estiagens mais prolongadas. Os resultados encontrados pelos autores revelaram que a variação da precipitação e do número de dias chuvosos no semiárido são maiores do que no litoral.

Todos os trabalhos citados até aqui mostram que é crescente o estudo da relação da produção agrícola com as séries temporais de precipitação e do número de dias chuvosos, em várias regiões do planeta. Estas variáveis, futuramente, podem ajudar na busca de alternativas, economicamente viáveis, que possam suprir a escassez de água em diversas regiões áridas e semiáridas.

O clima do planeta Terra vem mudando frequentemente, modulados por ciclos longos ou curtos. Essas mudanças climáticas globais, desenvolvidas a partir da atividade humana, faz com que diversos eventos ocorram, tais como, furacões, enchentes, degelo, ondas de calor, entre outros (PINHEIRO et al., 2013).

Santos e Manzi (2011), explicam que as possíveis mudanças climáticas podem acarretar significativos impactos no setor ambiental, social e econômico. Assim, essas mudanças podem alterar o ciclo hidrológico e os recursos hídricos de uma região, podendo, por exemplo, o regime de precipitações pluviométricas causar inundações e secas mais intensas e frequentes.

Para Andriucci et al (2002), há décadas se discute sobre as anomalias climáticas, principalmente aquelas relacionadas a Precipitação Pluviométrica, pois além de ser fruto de oscilações periódicas de origem natural, considera-se também a possibilidade de interferência da organização social e econômica possa exercer papel fundamental nestas alterações. Para os autores, uma das principais atividades afetadas é a agricultura, uma vez que ela assume papel principal da atividade humana que requer de condições climáticas ideais.

A literatura indica uma série de estudos que correlacionam o comportamento da variável climática Precipitação para diversas práticas agrícolas, no Brasil. Ferreira (2006), por exemplo, realizou um estudo das relações entre clima e a produção agrícola nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, no período entre 1970 e 1998, no qual utilizou a influencia da precipitação

na produção de soja e milho. A autora concluiu que a variabilidade interanual da precipitação foi maior na Região Sul, já no Sudeste, ocorreram abaixo da média. Assim, a evolução da área cultivada de milho na Região Sul apresentou-se constante com os anos, no que se refere à soja, observaram-se os melhores resultados, também, na Região Sul.

Silva (2013) avaliou a relação entre precipitação pluviométrica e a produção/produtividade de soja, na região Sul do Brasil, entre o período de 1982 a 2012. O autor concluiu que os totais de precipitações pluviométricas influenciaram nos rendimentos da soja, porém foi verificado que a distribuição hídrica, durante o ciclo fenológico, tornou-se fundamental para os rendimentos finais.

Silva et al (2008), estudaram a variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do médio Paranapanema-SP, onde buscou englobar 12 municípios da região cuja produção mais comum é a cana de açúcar, milho e soja. Eles analisaram os dados de produção agrícola, referentes aos anos de 1983 a 2000. Os resultados encontrados revelaram que a cultura da cana de açúcar (da agroindústria local) mostrou-se menos sujeitas às variações pluviométricas do que as culturas tradicionais produzidas pelos pequenos e médios produtores, como o milho e a soja. Os autores apontaram que o grau de modernização da agricultura, ao incorporar as influências climáticas como renda diferencial da terra, apresenta maior proteção e maior possibilidade de sucesso nas safras, ainda que os investimentos para tais ações aumente o custo de produções das culturas.

Mariano (2010), analisou a variabilidade e a tendência climática da precipitação pluviométrica correlacionada com a produtividade da cultura de soja, no estado de Goiás, nos períodos entre 1978/1979 a 2002/2003. Os autores observaram que, em determinada região, nos anos agrícolas de 1983/1984, 1997/1998 e 2001/2002, houve excesso hídrico, ocorrendo quedas de 250, 50 e 200 kg/ha, respectivamente, na produtividade agrícola. Por outro lado, nas épocas de escassez hídrica relacionadas aos anos de 1985/1986, 1989/1990 e 1996/1997 houve quedas de 323, 901 e 163 kg/ha, respectivamente, na produtividade da cultura.

Andriucci et al (2002), analisaram a variabilidade pluvial na bacia do rio Pirapó-PR em relação com a exploração agrícola da região. Foram utilizados dados de 13 postos pluviométricos, considerando o período de 1976 a 1996, os dados agrícolas do mesmo período foram fornecidos pelo IBGE. Os autores deduziram que o clima assume papel importante na produção do espaço rural, pois a partir do conhecimento do clima consegue-se minimizar os efeitos negativos às atividades humanas e direcionar este conhecimento no

sentido de encontrar um equilíbrio, aproveitando a variabilidade temporal para o planejamento econômico e o aumento da produtividade.

Silva & Da Silva (2015), analisaram a relação entre a precipitação pluviométrica, de um município do interior do estado do Ceará, e a produção de milho. Os dados de chuva foram adquiridos através do sítio da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), já as variáveis de produção foram adquiridas através do sítio do IBGE. Foram considerados os meses de 2009 a 2013. Os resultados encontrados revelaram que a precipitação do município tem alta influência nas variáveis de produção de milho.

Dias e Da Silva (2015), analisaram a influência da variabilidade pluviométrica sobre a produção de milho na região do Cariri Cearense. Os dados das precipitações analisados foram de 1981 a 2011, adquiridas da Fundação Cearense de Meteorologia, já os dados da cultura agrícola foram fornecidos pelo IBGE. Os autores concluíram que a precipitação influenciou bastante no cultivo do milho. Portanto, o monitoramento pluviométrico e estudo climático local são de extrema importância para auxiliar no planejamento do plantio e desenvolvimento econômico da região.

No que se refere ao estado da Paraíba, Silva et al (2009), realizaram um trabalho de correlações entre as precipitações pluviais durante a safra para as culturas de cana de açúcar e abacaxi, considerando as microrregiões do Litoral e Brejo, e as correlações entre as precipitações, no período chuvoso, para as produtividades de algodão herbáceo, considerando a microrregião do Sertão e do sisal, no Cariri/Curimataú. Foi adotado o intervalo entre os períodos de 1990 a 2005. Os melhores resultados observados, que apresentaram maiores correlações entre as precipitações pluviais, foram em relação à produção do algodão herbáceo, no período chuvoso do sertão paraibano, e para o sisal no Cariri/Carimataú.

3.4. TESTES ESTATÍSTICOS

Diferentes técnicas são usadas para diagnosticar tendências e/ou variações hidrometeorológicas, especialmente de temperatura e precipitação, que são os principais parâmetros envolvidos nas variações climáticas. Verifica-se na literatura, que o interesse pelas técnicas estatísticas tem aumentado consideravelmente. O teste de Mann-Kendall destaca-se como uma dos mais utilizados na avaliação de tendências utilizando séries históricas (NOGUEIRA, 2015).

Seleshi e Zanke (2004) analisaram, com base de 11 estações meteorológicas localizadas em diferentes zonas climáticas da Etiópia, no período de 1965 a 2002. Os autores, utilizando o teste de tendência progressiva de Mann Kendall, concluíram que não houve tendência no total da precipitação anual, no total da precipitação sazonal ou nos dias chuvoso sobre a Etiópia central. Por outro lado, os autores encontraram correlação de precipitações na região sul e sudoeste do País.

Sansigolo e Kayano (2010) utilizaram o método de Mann-Kendall para avaliar tendências de longo prazo nas precipitações e temperaturas (máximas e mínimas) no Rio Grande do Sul. Os autores verificaram que as precipitações só apresentaram tendências significativas durante o verão.

Silva et al. (2010) aplicaram o teste de Mann-Kendall em séries temporais do saldo de radiação no Nordeste do Brasil para avaliar tendências. Os autores concluíram que as séries de saldo de radiação exibiram reduções acentuadas entre 1948 e 1987, entretanto, no período de 1988 a 2006, tiveram comportamento inverso, sugerindo a presença do fenômeno “Global dimming” sobre a região Nordeste do Brasil.

Lima et al. (2011) aplicaram o teste de Mann-Kendall para identificar tendências climáticas da precipitação e temperatura no Estado da Bahia. Os autores verificaram uma tendência crescente significativa na precipitação para a localidade de Caravelas, que associaram a sua posição ao sul do Estado sujeita a frentes frias e brisas. A localidade de Cipó apresentou uma tendência decrescente significativa, que foi associada a sua localização no semiárido. Nas demais localidades as tendências não foram significativas. Já para a temperatura do ar quase todas as localidades apresentaram uma tendência crescente significativa, com exceção da localidade de Canavieira que também apresentou uma tendência crescente, mas não significativa.

Lopes e Silva (2013) utilizaram o teste de Mann-Kendall para avaliar as tendências e/ou variações nas séries pluviométricas de macrorregiões do estado do Ceará. Encontraram para a região do Sertão houve diminuição em todas as séries estudadas indicando redução de chuvas ao longo do tempo. No Litoral Leste/Jaguaribe observou-se aumento das precipitações em todas as séries analisadas e na região do Cariri/Centro Sul houve diminuição dos totais pluviométricos somente no período seco, indicando que nessa área, o período seco está se tornando mais seco.

4. METODOLOGIA

4.1. LOCAL DA PESQUISA

O estudo foi realizado com os dados da bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, vale ressaltar que essa é composta por municípios pertencentes aos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Está localizada na região semiárida do nordeste Brasileiro. A área de drenagem da bacia é equivalente a 43.681,50 Km², destaca-se que 60% da área total de drenagem da bacia está inserida no estado da Paraíba, sendo esse percentual correspondente a 26.183,00 Km², e os demais 40% equivale ao estado do Rio Grande do Norte sendo proporcional a 17.498,50 Km².

A bacia compreende 149 municípios, destacando que desse total 47 é pertencente ao estado do Rio Grande do Norte e 102 ao estado da Paraíba. A população compreendida na área da bacia é de 1.363.802 habitantes, destes 914.343 habitantes (67%) estão no Estado da Paraíba e 449.459 habitantes (33%) no Estado do Rio Grande do Norte.

Foram utilizadas séries históricas de precipitações diárias fornecidos pela Agência Executiva de Gestão de Água na Paraíba – AESA e Agência Nacional de Águas – ANA. Os dados são de postos localizados na bacia hidrográfica do rio Piranhas, sub bacia do Piranhas Açu, situada no extremo oeste da Paraíba. A localização e os postos pluviométricos utilizados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 2: Cidades selecionadas para o estudo.

Localidade	Coordenadas		População (Hab.censo,2016,IBGE).	Área de drenagem na Bacia (Km ²)	Código da estação
	Geográficas (Graus)				
	Latitude	Longitude			
Belém B. do Cruz	-6,1864	-37,5356	7.334	578,94	637022
Catingueira	-7,1283	-37,6083	4.927	516,24	737021
Cajazeiras	-6,8942	-38,5444	61.816	588,59	638028
Itaporanga	-7,3	-38,15	24.674	465,96	738017
Pombal	-6,7719	-37,8006	32.739	78,04	637032
Patos	-7,0008	-37,3131	107.067	465,28	737009
Catolé do Rocha	-6,3439	-37,7467	30.360	534,43	637025
São J. de Piranhas	-7,1156	-38,4967	20.062	663,34	-

4.2 QUANTIDADE DE CHUVA

Após a identificação dos municípios e estações os dados diários foram agregados em intervalos mensais e anuais. O valor médio da precipitação por dia chuvoso será calculado dividindo a quantidade total de chuva anual pelo número de dias chuvosos por ano. Para isso e para as análises a seguir, apenas dias com $> 0,85$ mm de precipitação pluvial (Stern et al., 1981).

Como para a colheita não só o valor médio das chuvas que é importante, mas também a distribuição das chuvas, a análise de frequência do valor diário das chuvas seguirá as seguintes Classes: $< 0,85$ mm; 0,85 a 3 mm, 3 a 10 mm, 10 a 20 mm, 20 mm a 30 mm, etc. (Hoogmoed e Stroosnijder, 1984; Lebel et al., 2000; Romero et al., 2007).

Para Detectar alterações na quantidade de chuva, o número de dias chuvosos e o número de classes diárias de precipitação, foram testados para significância estatística ao longo do tempo o teste Mann e Kendall. Vale ressaltar que a série histórica de precipitação utilizada para o desenvolvimento deste trabalho corresponde a 23 (vinte e três) anos, iniciando de 1994 á 2016.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

A agregação de dados diários de precipitação em diferentes intervalos de tempo e a consulta dos eventos induzidos pela precipitação será realizada usando rotinas desenvolvidas no ambiente MATLAB. O teste Mann e Kendall foi realizado para determinar as Tendências monotônicas. Este teste é Amplamente utilizado para detectar tendências em séries temporais hidro-meteorológicas (Yue e Wang, 2004). A estatística será feita a um nível de significância de $P 0,05$.

A partir da análise dos dados, determinou-se o coeficiente de San Slope e o p-valor com o objetivo de auxiliar na avaliação de tendência entre as séries históricas. Vale evidenciar que o coeficiente San Slope, corresponde à inclinação da reta. A partir desse pode-se definir uma tendência positiva ou negativa para a série histórica observada. Um valor para esse coeficiente negativo induz há uma tendência de precipitação negativa, caso contrário esse coeficiente apresente um valor positivo, então se diz que apresenta uma tendência positiva.

O p-valor se apresenta também como um parâmetro capaz de julgar a hipótese nula (H_0). Esse pode ser também chamado de nível descritivo ou probabilidade de significância, de

maneira que corresponde a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema que aquela observada em uma amostra, sob a hipótese nula. Como utilizamos um nível de significância (α) de 5% para analisar H_0 , caso o p-valor seja menor que 5% essa será rejeitada, em contra partida se valor-p for superior a 0,05 então a H_0 será aceito.

4.3.1. Teste Mann-Kendall

O teste proposto por Mann (1945) e Kendall (1975) é amplamente utilizado para verificar se uma série temporal possui tendência (YUE et al., 2002; KAHIA; KALAYI, 2004; HAMED, 2008; MINUZZI, 2010). É um teste não paramétrico, importante na avaliação de dados ambientais, e por isso tem sido recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) (YUE et al., 2002).

De acordo com Mann (1945) a hipótese nula (H_0) será que a tendência, positiva ou negativa, é estatisticamente igual à zero, ou seja, os dados são provenientes de uma variável aleatória independente e identicamente distribuída. A hipótese alternativa é que os dados apontam a existência de tendência na série, de modo que se temos duas observações x_i e x_j pertencentes à série estudada, sua distribuição não será idêntica para $i, j \leq n$ com $i \neq j$ com, sendo n o tamanho da série (HIRSCH et al., 1982; HIRSCH; SLACK, 1984; YU et al., 1993; (KAHIA; KALAYI, 2004).

O teste Mann-Kendall consiste em comparar cada valor da série, com os restantes, em ordem sequencial, contando o número de vezes que os termos restantes são maiores que o observado (BACK, 2001). A estatística do teste é:

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{ sinal } (x_i - x_j) \quad (\text{Equação 1})$$

Neste caso x_i e x_j são os valores dos dados em sequência, n é o comprimento da série de dados, e:

$$\text{ sinal } = \begin{cases} -1 & \text{para } x_i - x_j < 0 \\ 0 & \text{para } x_i - x_j = 0 \\ 1 & \text{para } x_i - x_j > 0 \end{cases} \quad (\text{Equação 2})$$

Mann (1945) e Kendall (1975) mostraram que se o tamanho da amostra tender para um n grande ($n > \infty$), a estatística S converge para uma distribuição normal, com:

$$E(S) = 0 \text{ (Equação 3)}$$

$$V(S) = \frac{n(n+1)(2n+5) - \sum_{i=1}^q tp(tp-1)(2tp+5)}{18} \text{ (Equação 4)}$$

Sendo,

$E(S)$ - média do sinal;

$V(S)$ - variância do sinal;

tp - número de dados com valores iguais em certo grupo (o p -ésimo);

q - número de grupos iguais na série, em um grupo p ;

n - tamanho da série.

Além disso, ambos, Mann (1945) e Kendall (1975) deduziram a distribuição exata de S para $n < 10$, mostrando que mesmo pra $n=10$ a aproximação de distribuição normal é excelente, desde que se realizasse o cálculo de padronização, a partir da equação:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \text{ (Equação 5)}$$

O valor de Z resulta na presença de uma tendência estatisticamente significativa. Essa estatística é usada para testar a hipótese nula, ou seja, que nenhuma tendência existe. Um valor positivo de Z indica uma tendência de aumento, quando negativa indica uma tendência decrescente. Para testar a tendência crescente ou decrescente no nível de significância de α , a hipótese nula é então rejeitada se o valor absoluto de Z for maior que $Z_{1-\alpha/2}$, utilizando-se a tabela da distribuição normal cumulativa padrão. Em geral se usa os níveis de significância de $\alpha = 0,05$, que também foram aplicados neste estudo.

4.3.2. San Slope

Se uma tendência linear estiver presente em uma série temporal, então a verdadeira inclinação (alteração por unidade de tempo) pode ser estimada usando o procedimento não paramétrico simples, desenvolvido por Sen (1968). Isso significa que o modelo linear $f(t)$ pode ser descrito como:

$$f(t) = Qt + B \text{ (Equação 6)}$$

Onde:

Q : inclinação;

B : constante.

Para obter uma estimativa da inclinação Q, inicialmente as inclinações de todos os pares de dados foram calculados.

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k}, i = 1, 2, \dots, N, j > k \text{ (Equação 7)}$$

Se houver n valores X_j na série de tempo temos que $N = n(n-1) / 2$ estimativas da inclinação Q_i .

O estimador de inclinação de San Slope é a mediana destes N valores de Q_i . Os valores de N de Q_i são classificados do menor valor para maior valor. E o estimador de San Slope é:

$$Q = \begin{cases} Q_{\frac{N+1}{2}} \\ 1/2 \left(Q_{\frac{N}{2}} + Q_{\frac{N+2}{2}} \right) \end{cases} \text{ (Equação 8)}$$

Um intervalo de confiança bilateral de 100 (1- α) % sobre a estimativa da inclinação é obtida pelo método não paramétrico, técnica baseada na distribuição normal. O método é válido para N inferior a 10 (dez). Inicialmente calculamos:

$$C\alpha = Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{VAR(S)} \text{ (Equação 9)}$$

Onde VAR (S) Foi definido pela equação 4 e $Z_{1-\alpha/2}$ é obtido a partir do padrão normal de distribuição.

Em seguida $M_1 = (N-C\alpha)/2$ e $M_2 = (N + C\alpha)/2$ são calculados. Esses correspondem aos valores de Q_{min} e Q_{max} . Se M_1 e M_2 forem números inteiros, os respectivos limites são interpolados.

Para obter uma estimativa de B na equação, os N valores de diferença entre $X_i - Q_i$ são calculados. A mediana destes valores dá uma estimativa de B (Sirois 1998).

5. RESULTADOS E DISCURSSÃO

Os resultados referentes às análises de frequências de chuvas das séries de precipitação diária (mm) para as cidades selecionadas e pertencentes ao estado da Paraíba, que estão inseridas na Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, para o período de dados observados entre os anos de 1994 a 2016, correspondendo a 23 anos de dados, estão descritos na Tabela 3.

A partir das citadas séries históricas de precipitação (mm) obtiveram-se as frequências de chuvas seguindo os intervalos estabelecidos: <0,85 mm, 0,85-3 mm, 3-10 mm, 10-20 mm, 20-30 mm e >30 mm montou-se a Tabela 3, onde, através de sua análise, é possível avaliar as variações de precipitações diárias de toda a série histórica, destacando-se a obtenção dos números de dias chuvosos (NDC), número de dias sem chuvas (NDSC), probabilidade de dias chuvosos (PDC) e probabilidade de dias sem chuvas (PDSC).

Analisando a Tabela-3 pode-se perceber a variabilidade das precipitações para toda a série histórica. As análises de frequência das classes diárias de precipitação mostraram que para as varias estações, os dias mais chuvosos se concentram entre os meses de janeiro a junho, com maior destaque para o mês de março em algumas estações e abril nas demais, com predominância de chuvas entre 10 e 20 mm. Os intervalos de maior lamina de precipitação, se apresentaram em quantidades menores para todas as estações. A partir dessa distribuição de intervalos de precipitação, pode-se perceber que a incidência de chuvas ocorre com maior frequência no primeiro semestre do ano (janeiro-junho), a partir do segundo semestre as precipitações são mínimas, com lâminas de água em sua maioria inferior a <0,85 mm.

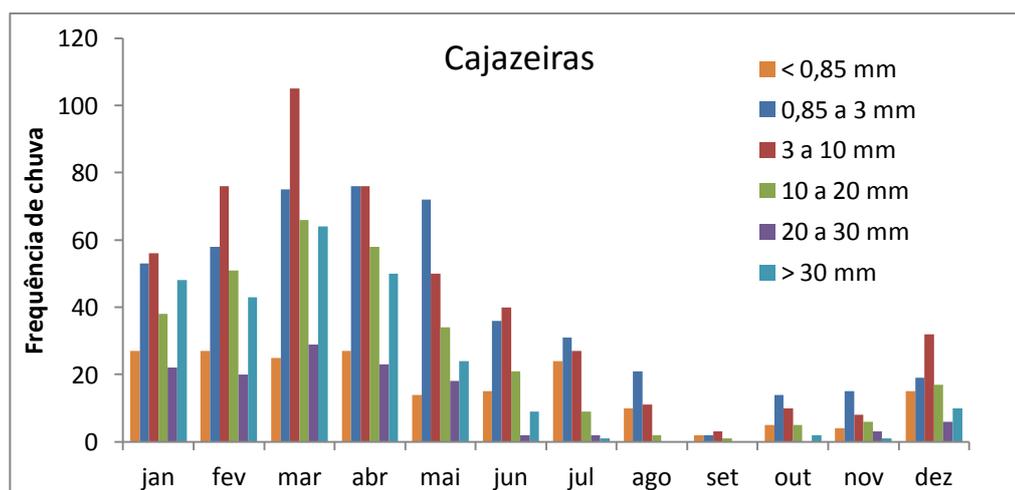
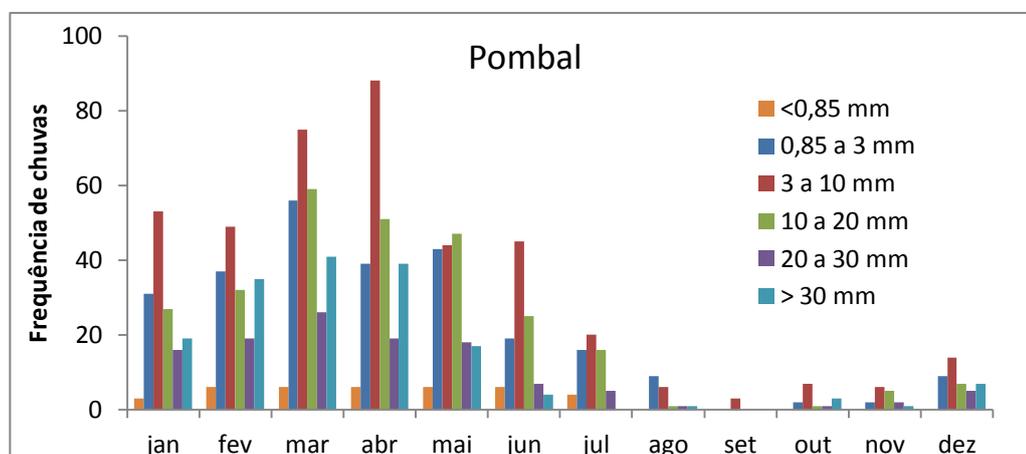
Tabela 3: Frequência de chuvas em intervalos observados nas séries históricas das dez cidades do estado da Paraíba inseridas na Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu.

Pombal-PB													
Intervalo de precipitação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Anual
≤ 0,85 mm	3	6	6	6	6	6	4	0	0	0	0	0	37
0,85 a 3 mm	31	37	56	39	43	19	16	9	0	2	2	9	263
3 a 10 mm	53	49	75	88	44	45	20	6	3	7	6	14	410
10 a 20 mm	27	32	59	51	47	25	16	1	0	1	5	7	271
20 mm a 30 mm	16	19	26	19	18	7	5	1	0	1	2	5	119
> 30 mm	19	35	41	39	17	4	0	1	0	3	1	7	167
Cajazeiras-PB													
≤ 0,85 mm	27	27	25	27	14	15	24	10	2	5	4	15	195

0,85 a 3 mm	53	58	75	76	72	36	31	21	2	14	15	19	472
3 a 10 mm	56	76	105	76	50	40	27	11	3	10	8	32	494
10 a 20 mm	38	51	66	58	34	21	9	2	1	5	6	17	308
20 mm a 30 mm	22	20	29	23	18	2	2	0	0	0	3	6	125
> 30 mm	48	43	64	50	24	9	1	0	0	2	1	10	252
Belém do Brejo do Cruz-PB													
≤ 0,85 mm	7	5	11	7	8	2	3	0	0	0	2	2	47
0,85 a 3 mm	12	21	23	24	10	11	5	1	0	1	2	3	113
3 a 10 mm	37	64	90	81	57	24	13	6	0	1	3	13	389
10 a 20 mm	36	30	57	59	26	13	9	3	2	1	0	12	248
20 mm a 30 mm	15	18	29	19	18	5	2	3	0	0	1	2	112
> 30 mm	18	22	39	35	26	6	2	1	0	1	2	3	155
Patos-PB													
≤ 0,85 mm	14	21	24	27	23	29	16	3	1	2	10	18	188
0,85 a 3 mm	34	48	59	49	33	31	18	12	1	4	7	11	307
3 a 10 mm	58	49	79	85	52	36	23	4	3	6	6	26	427
10 a 20 mm	29	34	51	40	18	9	5	2	1	2	1	15	207
20 mm a 30 mm	17	15	27	14	12	5	1	0	0	1	4	3	99
> 30 mm	23	27	47	29	16	2	0	2	0	1	2	10	159
Catolé-PB													
≤ 0,85 mm	15	12	20	18	20	7	12	2	1	0	0	5	112
0,85 a 3 mm	20	42	59	50	48	30	15	6	5	3	5	12	295
3 a 10 mm	43	72	72	92	58	48	30	10	4	4	6	16	455
10 a 20 mm	34	32	59	57	33	17	16	6	0	2	3	15	274
20 mm a 30 mm	17	14	19	29	19	9	8	3	0	1	0	1	120
> 30 mm	24	27	37	33	25	6	3	0	0	2	5	5	167
Itaporanga-PB													
Intervalo de precipitação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Anual
≤ 0,85 mm	0	6	1	2	1	0	3	1	1	3	0	2	20
0,85 a 3 mm	17	34	53	30	16	16	18	5	0	4	10	10	213
3 a 10 mm	57	55	75	80	53	32	22	10	4	11	4	24	427
10 a 20 mm	36	36	68	44	35	15	7	3	0	5	6	8	263
20 mm a 30 mm	18	18	30	25	12	7	0	0	0	2	2	7	121
> 30 mm	39	44	49	38	25	4	1	0	0	4	5	12	221
São José de Piranhas-PB													
≤ 0,85 mm	13	13	13	9	9	8	5	2	2	1	3	2	80
0,85 a 3 mm	38	53	67	67	53	38	29	13	8	15	7	40	428
3 a 10 mm	64	77	82	87	65	28	18	11	2	12	17	22	485
10 a 20 mm	38	53	68	55	27	18	13	2	0	4	10	12	300
20 mm a 30 mm	27	25	42	19	11	4	1	0	1	2	1	9	142
> 30 mm	49	35	48	33	16	1	1	0	0	3	4	18	208

Catingueira-PB													
≤ 0,85 mm	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
0,85 a 3 mm	13	30	28	21	23	20	10	1	0	1	6	6	159
3 a 10 mm	42	49	67	64	41	43	21	4	1	2	1	21	356
10 a 20 mm	42	28	62	50	30	16	12	2	0	8	7	13	270
20 mm a 30 mm	13	18	28	24	16	9	0	1	0	1	3	5	118
> 30 mm	33	23	45	40	18	3	1	3	0	4	1	10	181

A partir dos dados de frequência de chuvas apresentados na Tabela 3 confeccionaram-se as Figuras 1A a 1E que apresentam as distribuições de frequência referentes aos intervalos ≤ 0,85, 0,85 – 3 mm, 3 – 10 mm, 10 – 20 mm, 20 – 30 mm e > 30 mm para as 8 localidades consideradas neste trabalho.



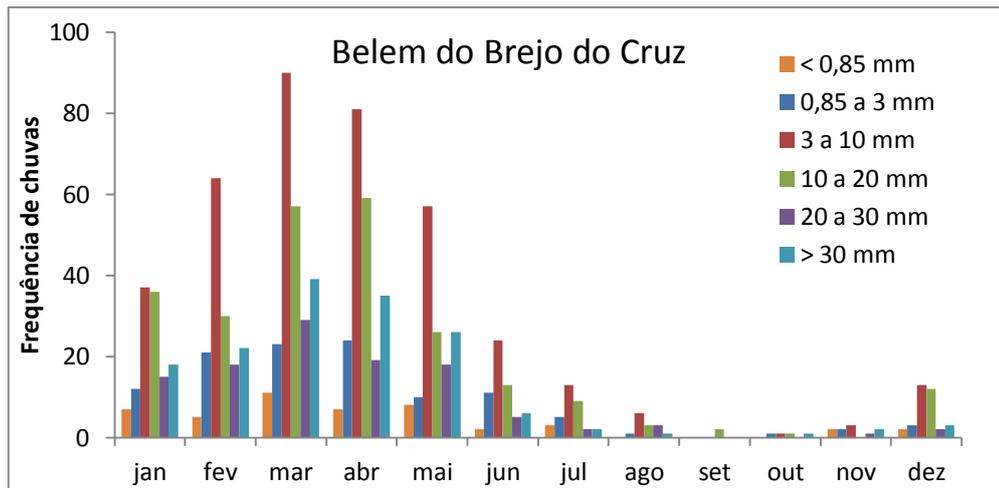
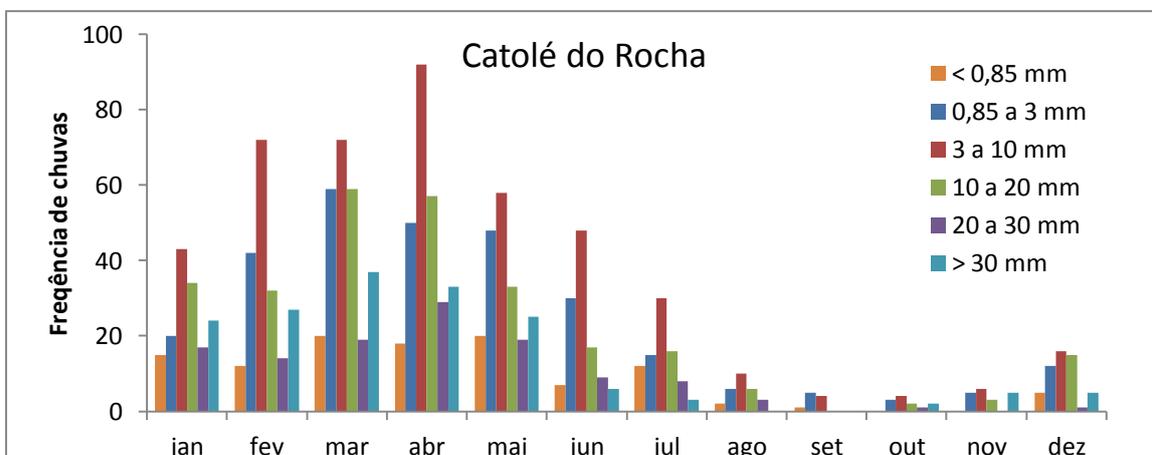
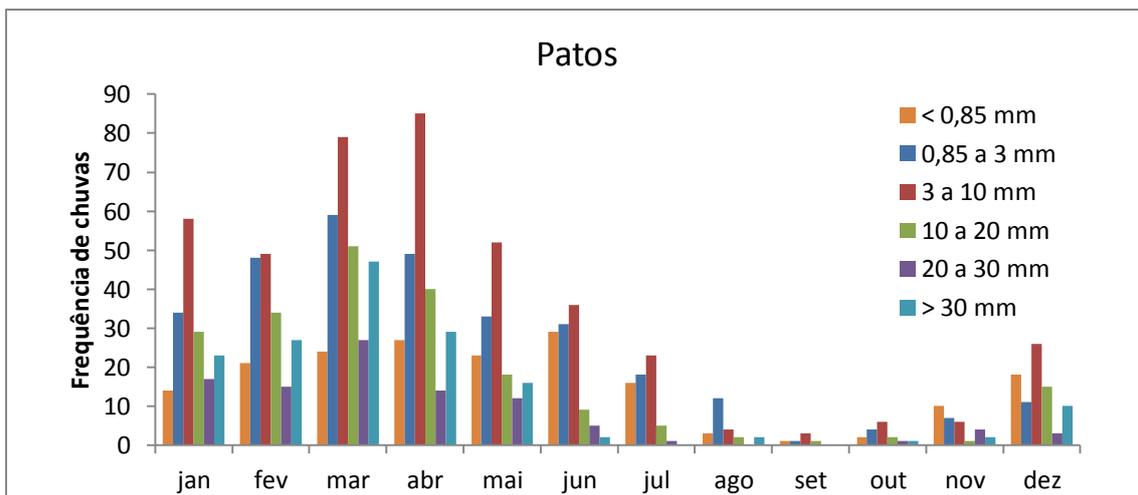


Figura 5: Distribuição de frequências de chuvas nas localidades de Pombal, Cajazeiras e Belém do Brejo do Cruz, no período de 1994 a 2016.



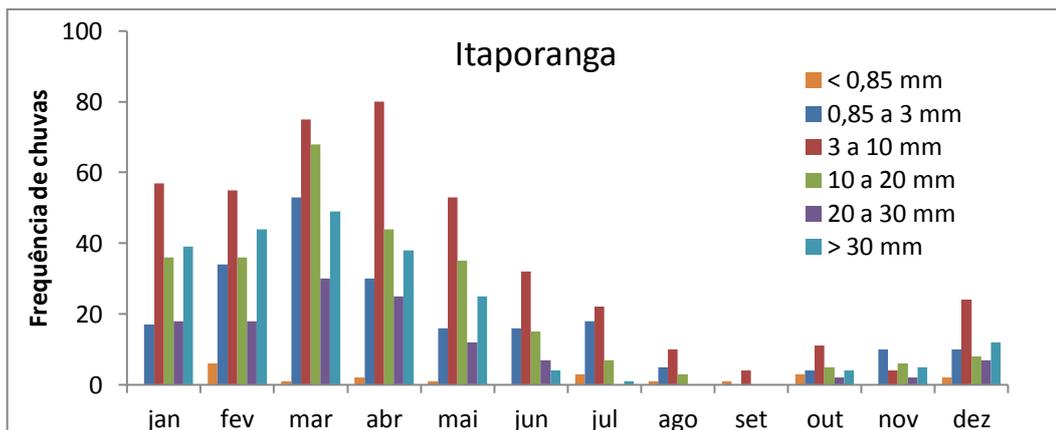


Figura 6: Distribuição de frequências de chuvas nas localidades de Patos, Catolé do Rocha e Itaporanga, no período de 1994 a 2016.

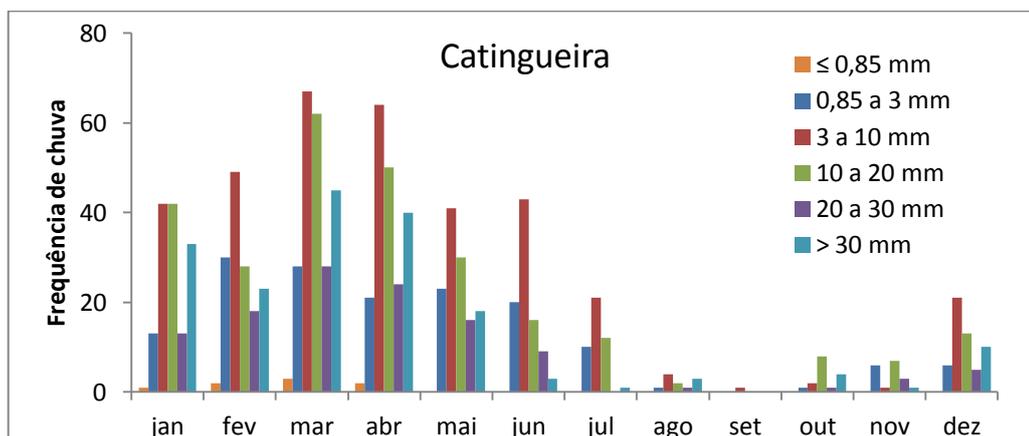
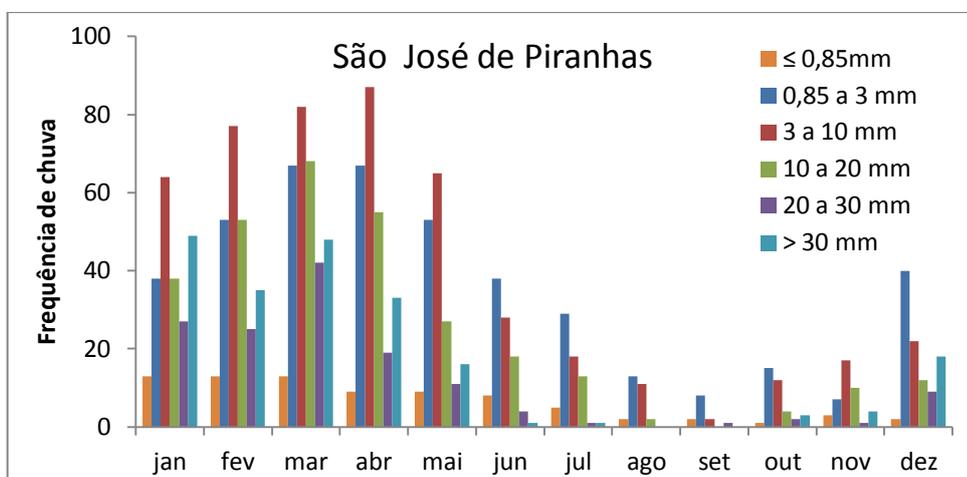


Figura 7: Distribuição de frequências de chuvas nas localidades de São José de Piranhas, Catingueira e Sousa, no período de 1994 a 2016.

Analisando as Figuras 5,6 e 7, percebe-se a predominância da maior frequências de chuvas, entre os meses de janeiro a junho, no intervalo entre 3 e 10 mm, cujas frequências

variam entre 70 a 110 mm, com maiores valores em 3 localidades no mês de março e 5 localidades no mês de abril.

Entre os meses de julho a novembro praticamente não ocorrência de chuvas, e quando ocorre as mesmas apresentam valores insignificantes. Contudo, o mês de dezembro apresenta valores expressivos, embora inferiores aos meses entre janeiro e junho, mas apresenta uma continuidade dos dias mais chuvosos em todas as localidades.

Os gráficos apresentados nas Figuras 8, 9, 10 e 11 apresentam a relação do número de dias chuvosos e a probabilidade de dias com/sem chuvas nas respectivas cidades selecionadas. Ao observar os gráficos, pode-se analisar de maneira geral que as incidências de chuvas ocorrem com mais significância no primeiro semestre do ano da referente série histórica, ou seja, de janeiro a junho. Constatou-se ainda que a partir do segundo semestre a quantidade de dias sem chuvas foi bem superior aos do primeiro semestre. Isso devido ao período chuvoso do sertão paraibano ocorrer no primeiro semestre do ano, em algumas localidades se estendendo de dezembro a maio e em outras de janeiro a maio.

De acordo com os gráficos da Figura 3, é possível observar uma tendência similar tanto para as cidades de Pombal, Belém do Brejo do Cruz, Catolé do Rocha, Itaporanga, Sousa e Catingueira nos quais o NDSC é maior que o NDC, mesmo no período chuvoso da região, chegando a valores acima de 60% de probabilidade de não ocorrer precipitação. As cidades de São José de Piranhas e Cajazeiras apresentaram diferenças em relação aos demais municípios, com os valores do NDC e do NDSC muito próximos. Ressaltando que em março em Cajazeiras o NDC é maior que o NDSC, fato que é ratificado com a probabilidade de dias com chuva ser maior que a PDSC.

No segundo semestre percebe-se na Figura 1 que a probabilidade de não ocorrer precipitação é de mais de 80% de chance para todas as cidades e que, principalmente para setembro essa probabilidade chega a 100%, na maioria das cidades estudadas.

É importante constatar que no período de 1994 a 2016 ocorreram mais dias sem chuva. Considerando o primeiro semestre, todas as cidades apresentaram mais de 400 dias sem chuva de um total de 4278 dados diários, com probabilidade de mais de 60% de chances de não chover e apenas em Cajazeiras e São José de Piranhas essa probabilidade caiu para 50%, ou seja, as chances de ocorrer precipitação foram maiores. A maior probabilidade de chover é no mês de abril.

Figura 8: Número de dias com chuva (NDC) e sem chuva (NDSC) e Probabilidade de chover (PDC) e de não chover (PDSC).

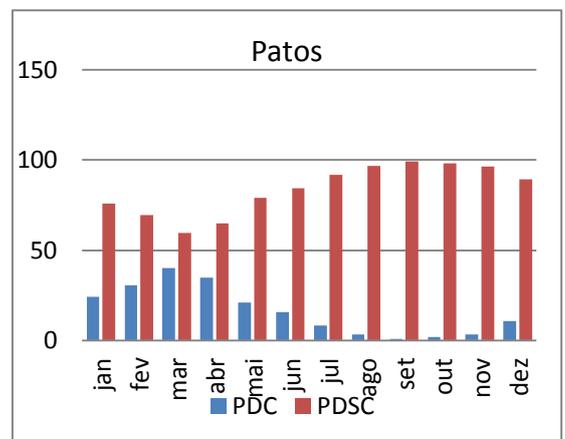
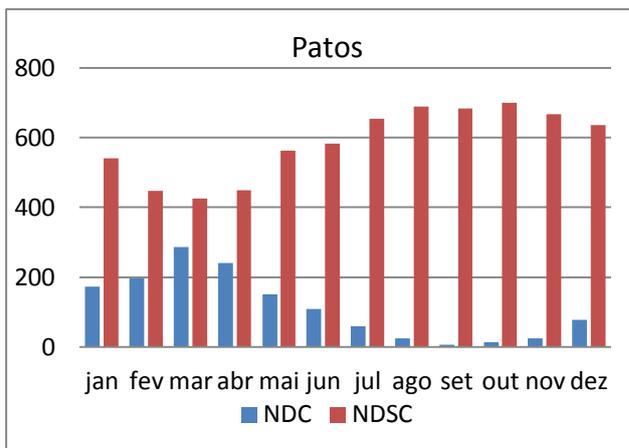
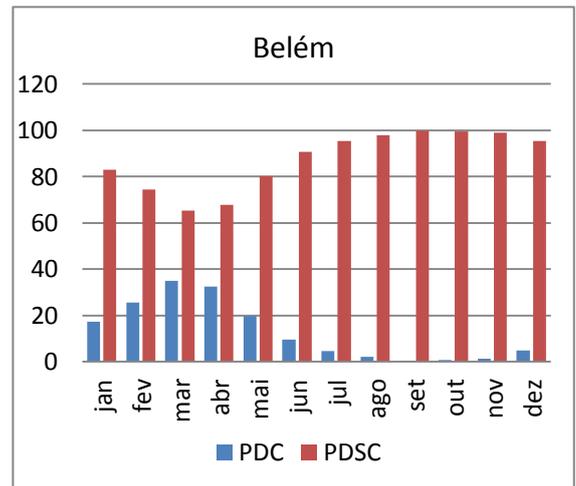
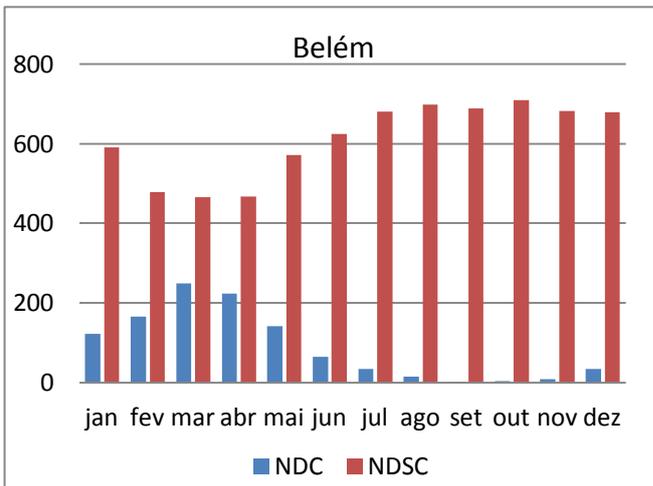
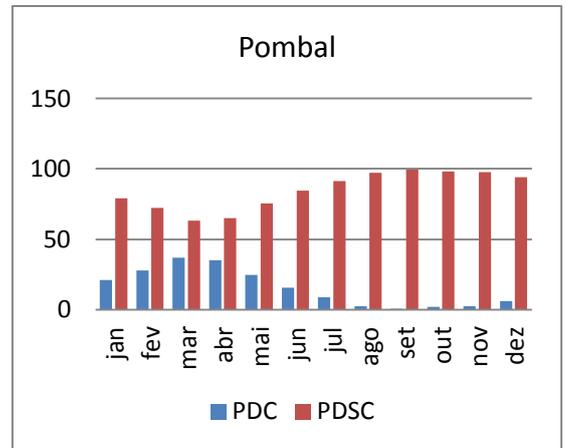
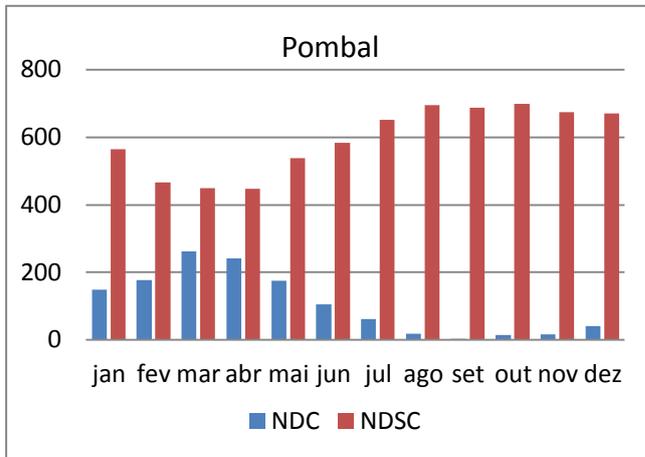


Figura 9: Número de dias com chuva (NDC) e sem chuva (NDSC) e Probabilidade de chover (PDC) e de não chover (PDSC).

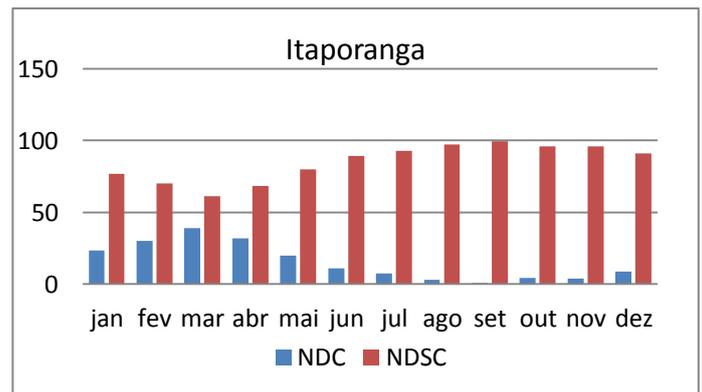
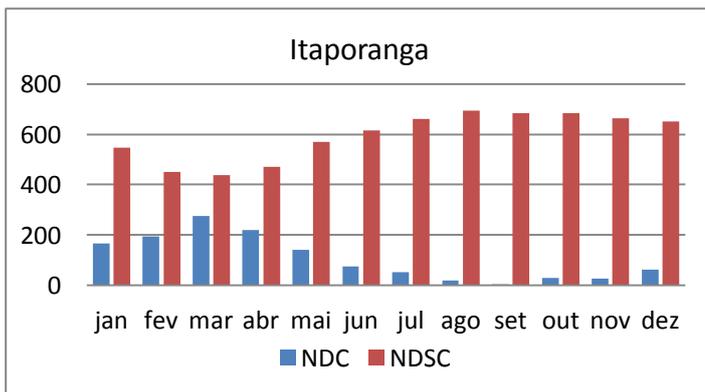
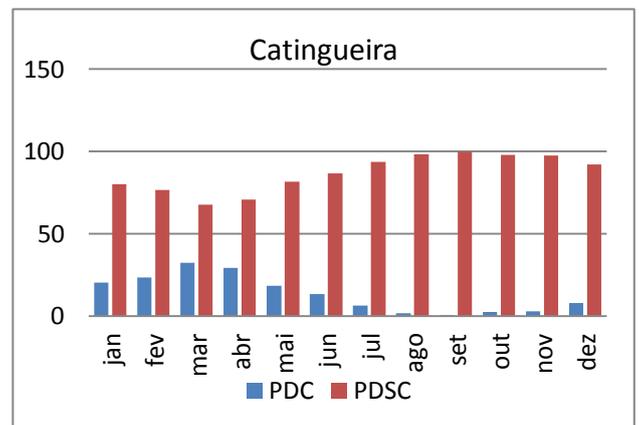
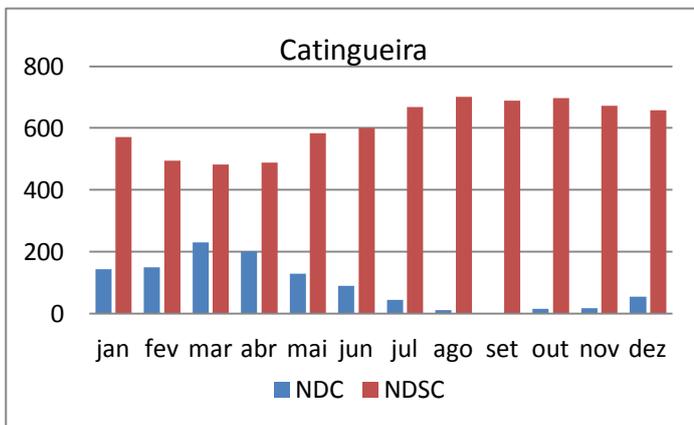
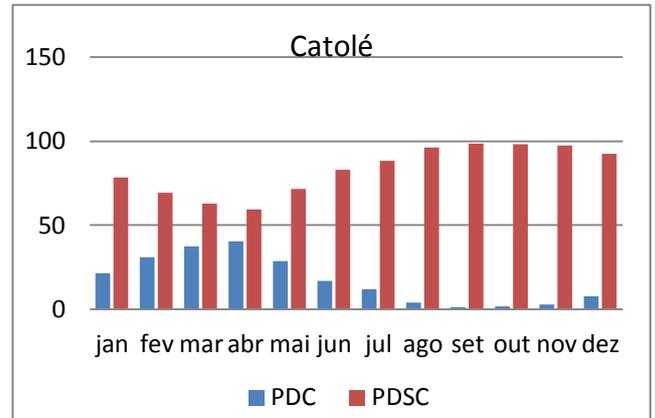
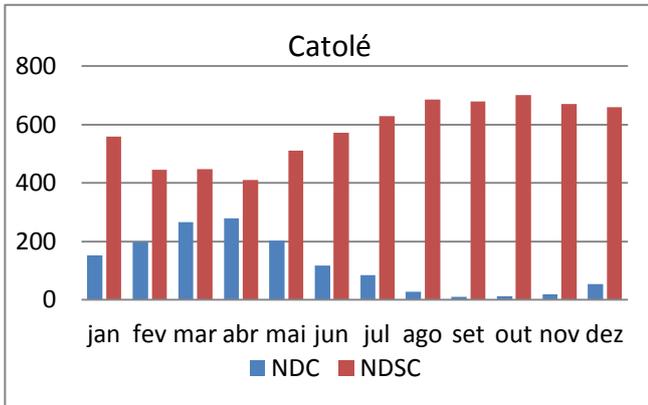
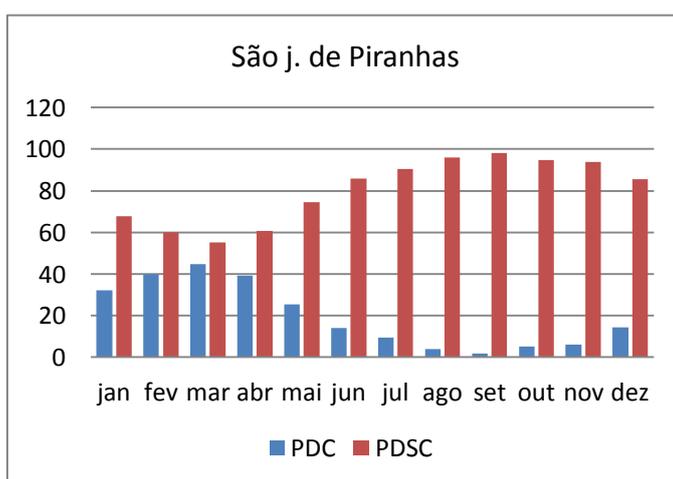
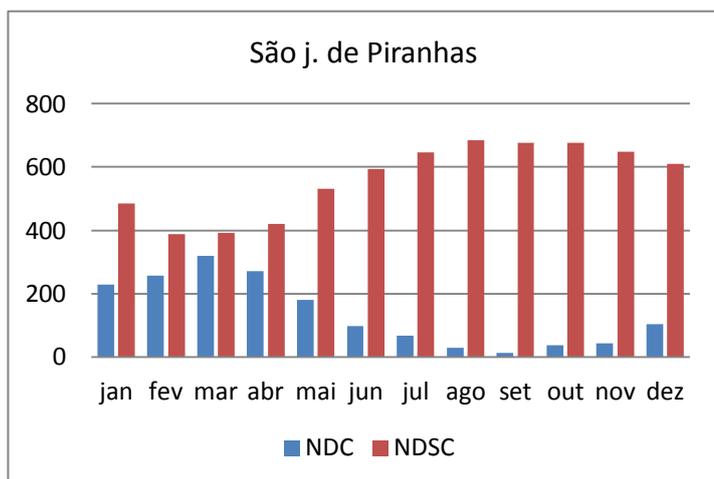
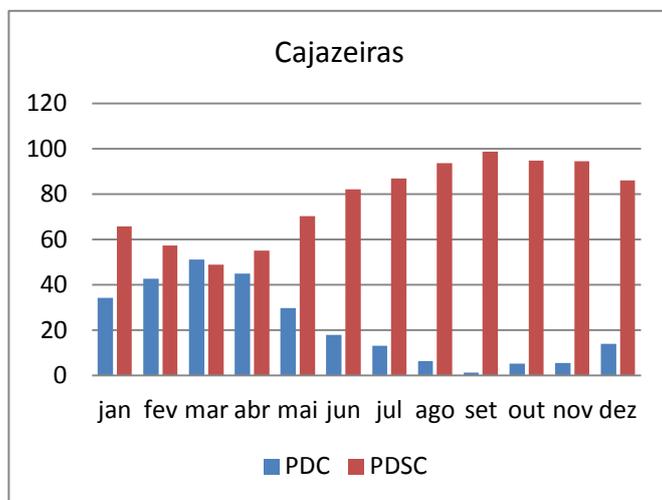
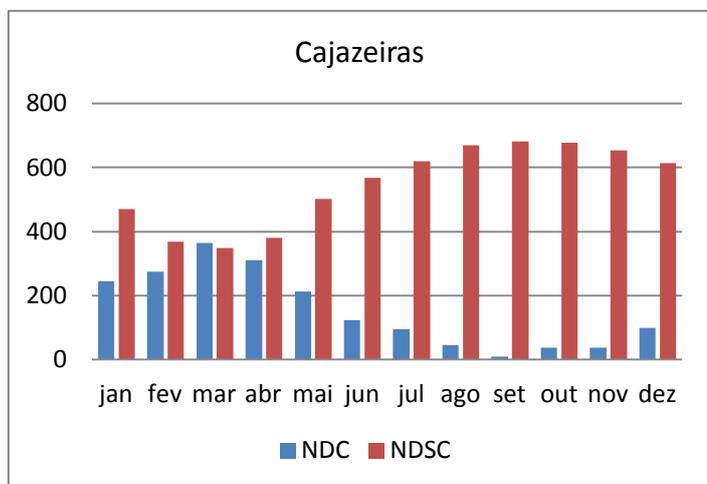


Figura 10: Número de dias com chuva (NDC) e sem chuva (NDSC) e Probabilidade de chover (PDC) e de não chover (PDSC).



A Figura 11 apresenta os boxplots das chuvas mensais das 8 localidades em estudos, em que se observa a concentração dos períodos chuvosos entre janeiro e junho, com grande variabilidade e assimetria nos valores mensais, com presenças de valores atípicos em todos os meses.

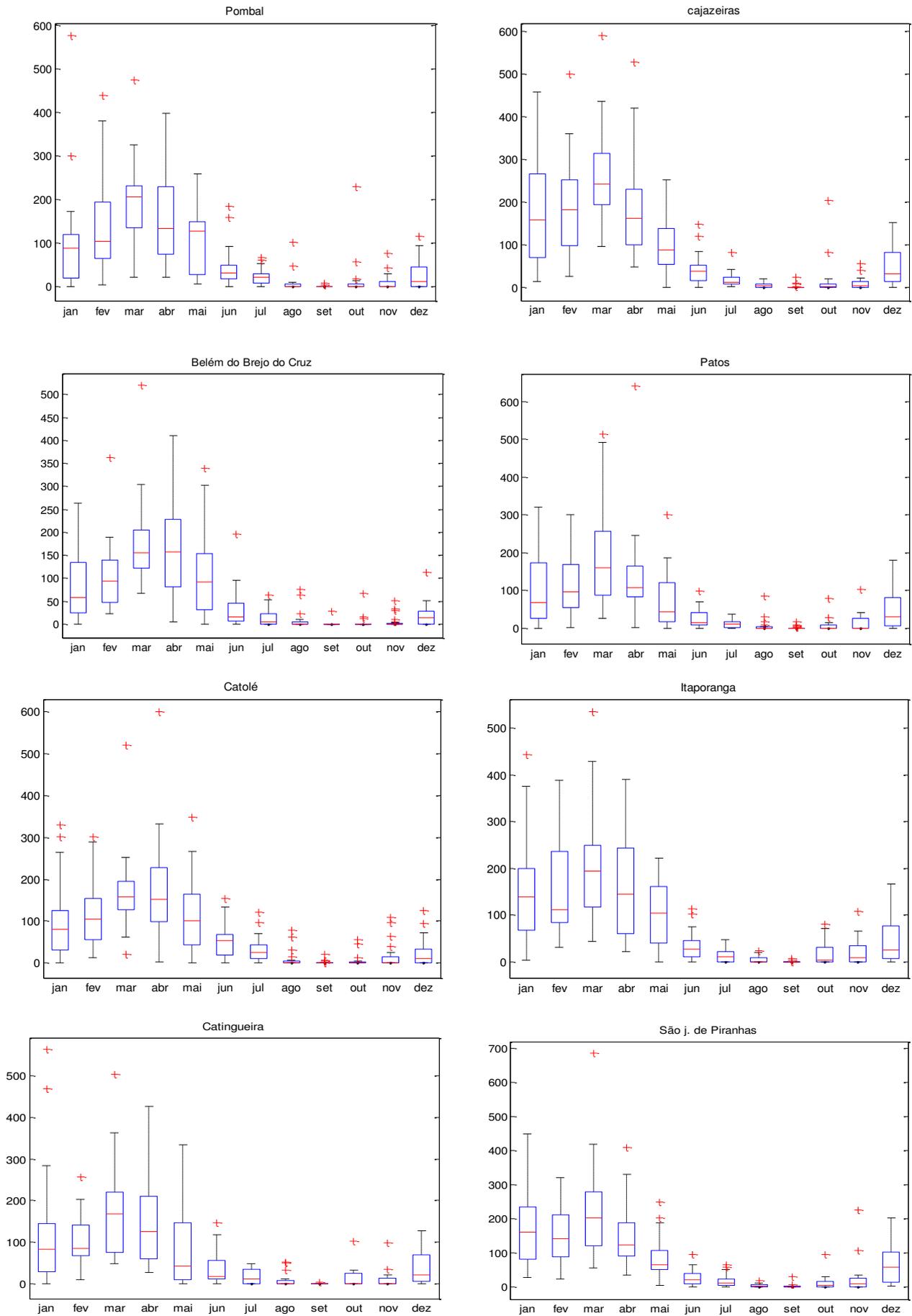


Figura 11: Figura 2 – Boxplot das chuvas históricas mensais das localidades em estudo, entre 1994 e 2016.

5.1. TESTE PARA VERIFICAÇÃO DE TENDÊNCIA: TESTE MANN-KENDALL

A Tabela 4 apresenta a estatísticas calculada, o valor crítico do teste, o p – valor, o valor da tendência (San Slope) e os coeficientes linear e angular do modelo linear para a series históricas de precipitação. Ao observar os dados para o Z_{cal} e o valor-p, constatou-se que para todas as cidades estudadas, exceto Itaporanga, não tendências estatisticamente significativa para o nível de significância de 5%, não havendo evidência estatística para rejeitar a hipótese nula (H_0), sendo o resultado do teste de Mann-Kendall a não existência de tendência significativa. Na maioria das cidades o San Slope foi negativo, com exceção das séries JAN/FEV/MAR e FEV/MAR/ABR para Cajazeiras, JAN/FEV/MAR de Belém do Brejo do Cruz e FEV/MAR/ABR para Patos.

Vale ressaltar que a cidade de Itaporanga apresentou uma tendência negativa segundo o teste Mann-Kendall para as séries anual e das duas primeiras combinações trimestrais correspondentes a Janeiro/Fevereiro/Março e Fevereiro/Março/Abril, com San Slope negativo. No entanto, o p – valor do teste de Mann - Kendall mostrou que apenas para as séries anual e do trimestre Fevereiro/Março/Abril apresentaram significância estatística na sua tendência.

Tabela 4: Valores das estatísticas do teste Mann Kendall.

Análises estatísticas - Pombal-PB							
Tempo	Zcal	Zcrit	Zcrit	p-valor	San Slope	A	B
Anual	-0,7923	-1,9600	1,9600	0,4282	-9,5167	-7,2714	15401
jan-fev-mar	-0,5282	-1,9600	1,9600	0,5974	-1,8947	-2,7739	5993,6
fev-mar-abr	-0,2641	-1,9600	1,9600	0,7917	-2,675	-1,5976	3.699,3
mar-abr-maio	-1,1092	-1,9600	1,9600	0,2673	-5,0667	-4,9517	10385
abr-mai-jun	-1,0564	-1,9600	1,9600	0,2908	-4,9857	-4,9059	10144
Análises estatísticas - Cajazeiras-PB							
Tempo	Zcal	Zcrit	Zcrit	p-valor	San Slope	A	B
Anual	-0,6867	-1,9600	1,9600	0,4923	-5,8071	-2,5615	6.180,60
jan-fev-mar	0	-1,9600	1,9600	1	0,2154	-0,7803	2.174,9296
fev-mar-abr	0,4754	-1,9600	1,9600	0,6345	3,8200	2,7157	-4.818,7840
mar-abr-mai	-0,2113	-1,9600	1,9600	0,8327	-0,8167	1,5200	-2.497,6000

abr-mai-jun	-0,9508	-1,9600	1,9600	0,3417	-4,7722	-2,3164	-4.980,0000
Análises estatísticas - Belém-PB							
Tempo	Zcal	Zcrit	Zcrit	p-valor	San Slope	A	B
Anual	-0,2641	-1,96	1,96	0,7917	-2,8444	0,2679	178,9507
jan-fev-mar	0,05282	-1,96	1,95996	0,95787	0,127273	-0,5098	1387,7773
fev-mar-abr	-0,0528	-1,9600	1,9600	0,9579	-0,1846	-0,0036	447,5542
mar-abr-mai	-0,3169	-1,9600	1,9600	0,7513	-1,1143	-0,1138	670,0502
abr-mai-jun	-0,0528	-1,9600	1,9600	0,9579	-0,3091	0,2115	-125,1909
Análises estatísticas-Patos-PB							
Tempo	Zcal	Zcrit	Zcrit	p-valor	San Slope	A	B
Anual	-0,3697	-1,9600	1,9600	0,7116	-4,68	-3,6121	7.983,3000
jan-fev-mar	-0,5282	-1,9600	1,9600	0,5974	-3,9125	-3,9297	8.291,1000
fev-mar-abr	0,05282	-1,9600	1,9600	0,95787	0,233333	0,9332	-14.258,6482
mar-abr-mai	-0,9508	-1,9600	1,9600	0,3417	-5,5214	-0,3463	-1.101,5000
abr-mai-jun	-0,8451	-1,9600	1,9600	0,398	-2,7267	0,3183	-399,8222
Análises estatísticas - Catolé do Rocha-PB							
Tempo	Zcal	Zcrit	Zcrit	p-valor	San Slope	A	B
Anual	-0,9508	-1,9600	1,9600	0,3417	-9,5053	-8,6394	18.143,0000
jan-fev-mar	-0,898	-1,9600	1,9600	0,3692	-3,625	-3,6661	7.739,30
fev-mar-abr	-0,6867	-1,9600	1,9600	0,4923	-6,475	-4,5194	9.522,00
mar-abr-mai	-1,3205	-1,9600	1,9600	0,1867	-9,06	-6,9925	14.474,00
abr-mai-jun	-0,7923	-1,9600	1,9600	0,4282	-4,85	-6,4321	13.250,00
Análises estatísticas -Itaporanga -PB							
Tempo	Zcal	Zcrit	Zcrit	p-valor	San Slope	A	B
Anual	-2,2713	-1,9600	1,9600	0,0231	-23,1	-21,784	44.602,0000
jan-fev-mar	-1,7959	-1,9600	1,9600	0,0725	-11,0222	-10,386	21.352,00
fev-mar-abr	-2,06	-1,9600	1,9600	0,0394	-14,1438	-11,906	24.403,00
mar-abr-mai	-1,5846	-1,9600	1,9600	0,1131	-13,7	-11,853	24.236,00
abr-mai-jun	-1,6374	-1,9600	1,9600	0,1015	-8,6588	-7,7358	15.805,00
Análises estatísticas - São José de Piranhas -PB							
Tempo	Zcal	Zcrit	Zcrit	p-valor	San Slope	A	B
Anual	-1,5318	-1,9600	1,9600	0,1256	-12,3	-10,713	22.435,0000
jan-fev-mar	-1,2149	-1,9600	1,9600	0,2244	-7,6	-6,1277	12.846,0000

fev-mar-abr	-0,4226	-1,9600	1,9600	0,6726	-1,6	-1,3936	3.324,0000
mar-abr-mai	-0,6867	-1,9600	1,9600	0,4923	-3,9692	-3,5279	7.534,9000
abr-mai-jun	-1,1092	-1,9600	1,9600	0,2673	-3,6727	-6,0356	12.367,00
Análises estatísticas - Catingueira-PB							
Tempo	Zcal	Zcrit	Zcrit	p-valor	San Slope	A	B
Anual	-1,0036	-1,9600	1,9600	0,3156	-11,05	-7,4165	15.643,00
jan-fev-mar	-0,8451	-1,9600	1,9600	0,398	-5,2706	-8,204	16.857,00
fev-mar-abr	-0,7395	-1,9600	1,9600	0,4596	-4,8400	-2,9909	6.432,60
mar-abr-mai	-1,7959	-1,9600	1,9600	0,0725	-13,2875	-5,4550	11.356,00
abr-mai-jun	-0,7923	-1,9600	1,9600	0,4282	-4,7571	-1,6918	3.671,60

6. CONCLUSÕES

Contatou-se a partir da série de vinte e três anos de precipitações para as oito localidades inseridas na Bacia Hidrográfica Piáncó-Piranhas-Açu que o primeiro semestre do ano, ou seja, de janeiro á junho ocorre o período mais efetivo de precipitações. A partir do teste Mann-Kendall pode-se concluir que não houve tendências significativas para sete localidades estudadas, havendo apenas para a cidade de Itaporanga na combinação do trimestre Fevereiro/Março/Abril e na análise anual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA-Agência Nacional de Águas. **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu.** p. 167. Brasília-DF. 2016.
- ANDRIUCCI, L. R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; FERREIRA, M. E. M. C. **Análise da variabilidade e tendência das chuvas e a descrição da produção agrícola na bacia do rio Pirapó-PR.** Boletim de Geografia. V 20. n 2. p 41-57. 2002.
- AQUINO, J. R. de; LACERDA, M. A. D. de; LIMA, J. R. F. de. **AGRICULTURA FAMILIAR NO ESTADO DA PARAÍBA: UMA ANÁLISE A PARTIR DE TABULAÇÕES ESPECIAIS DO CENSO AGROPECUÁRIO 2006.** Revista Econ. NE, Fortaleza-CE, v. 45, n. 4, p. 53-66, out./dez., 2014.
- ARAÚJO, J. A & MANCAL, A. **Produtividade e eficiência no setor agropecuário do Nordeste brasileiro.** Revista INTERAÇÕES, Campo Grande, v. 16, n. 2, p. 385-394, jul./dez. 2015.
- CASTRO, C. N. **A AGRICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO: OPORTUNIDADES E LIMITAÇÕES AO DESENVOLVIMENTO.** IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Boletim regional, urbano e ambiental. N° 08. p 77 a 89. jul.-dez. 2013.
- CRESPO. A. A. **Estatística Fácil.** Editora Saraiva, São Paulo, 17ª ed. 1999.
- DA SILVA, V. DE P. R; PEREIRA, E. R. R.; ALMEIDA, R. S. R. **ESTUDO DA VARIABILIDADE ANUAL E INTRA-ANUAL DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.27, n.2, 163 - 172, 2012
- DIAS, R. S.; DA SILVA, D. F. **Relação entre variabilidade pluviométrica, indicadores socioeconômicos e produção agrícola no Cariri/Centro Sul cearense.** Revista Ambiência Guarapuava (PR) v.11 n.2 p. 345 - 358 Jan./Abr. 2015.
- FERREIRA, D. B. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões sul e sudeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado). p 125. INPE-Instituto Federal de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. 2006.
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. **Influência do El Niño oscilação sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, 5(1):127-132, 1997.

- FRAGA, V. da S. **Mudanças na matéria orgânica (C, N e P) de solos sob agricultura de subsistência.** 76f. Tese (Doutorado em Solos) - Programa de Pós-graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 2002.
- FREITAS, M. A. S.; Lopes, A. V. - **A Avaliação da Demanda de Água para Irrigação: Aplicação à Bacia do Rio São Francisco.** IN: Anais do XIII CONIRD, Juazeiro-BA, 2003.
- GRAEF, F.; HAIGIS, J. **Spatial and temporal rainfall variability in the sahel and it's effects on for men management strategies.** Journal of Arid Environments, v.48, p.221- 231, 2001.
- HARDAKER, J.B.; Huirne, R.B.M.; Anderson, J.R. **Coping with risk in agriculture.** Oxon: CAB International, 1997. p.274.
- IGNÁCIO, S. A. **Importância da Estatística para o Processo de Conhecimento e Tomada de Decisão.** Nota Técnica. Ipardes, Curitiba-PR, n.6, out. 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006.** Rio de Janeiro. 777p. 2006.
- KAYANO, M.T. E ANDREOLI, R.V. **O clima da região Nordeste do Brasil.** In: CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; SILVA DIAS, M.A.F. Tempo e clima do Brasil. 1.ed. São Paulo: Oficina de Textos, p.213-233, 2009.
- LOPES, I. V.; ROCHA, D. P.; LOPES, M. R.; BOMFIM, R. C. **Perfis das classes de renda rural no Brasil.** Revista de política agrícola, Brasília, v. 21, n. 2, p. 21-27, abr./jun. 2012.
- MARCUZZO, F. F. N.; OLIVEIRA, N. de L.; CARDOSO, M. R. D.; **Tendência do número de dias de chuva no estado do Mato Grosso.** Revista Ciência e Natura (UFSM). ed.2 n. 34. p. 59-82. 2013.
- MARIANO, Z. DE F. **PRECIPITAÇÕES PLUVIAIS E A CULTURA DA SOJA EM GOIÁS.** Revista Mercator - volume 9, número especial (1), p. 121 a 134. Dez.2010.
- MEDEIROS, J. D. F. de; SANTOS, N. C. F; GUEDES, F. X.; SANTOS, M. de F. dos. **Análise da precipitação e do escoamento superficial na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu-RN.** Ed. EMPARM. ed 1. p 32. Natal-RN. 2005.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária.** p 96. Brasília-DF. 2006.

MODARRES, R; SILVA, V.P.R. **Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran.** Journal of Arid Environments, v.70, n.1, p.344-355, 2007.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S.O. **Dinâmica das chuvas sobre o Nordeste brasileiro,** In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Anais Sociedade Brasileira de Meteorologia – SBMET. 1 CD-ROM.CL00132, Rio de Janeiro, RJ, 2000.

NUNES, H.V. et al. **Influência de diferentes sistemas de culturas e adubações sobre componentes de rendimento de grãos de milho cultivado em plantio direto.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria: RBMCSA, 2004. (CD – ROM).

NUNES, P. S. **O desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial e a idéia de Desenvolvimento Rural.** Boletim Eletrônico DESER n° 157. Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais. p.32. Março de 2007. Disponível em <http://www.deser.org.br/documentos/boletim_completo/Boletim157.pdf> Acesso em 09/04/2017.

NUNESMAIA, H. G. DA S. **The Importance of Statistical Planning in Scientific Research.** Revista Brasileira de Ciências da Saúde. Volume 12 Número 3 Páginas 215-216 2008.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development/FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.**OECD-FAO Agricultural Outlook.** OECD Publishing, Paris, p. 148. 2015. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en> Acesso em 09/04/2017.

PINHEIRO, A.; GRACIANO, R. L. G.; SEVERO, D. L. **TENDÊNCIA DAS SÉRIES TEMPORAIS DE PRECIPITAÇÃO DA REGIÃO SUL DO BRASIL.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.28, n.3, 281 - 290, 2013.

ROSSETTI, L. A. **A seguridade e o zoneamento agrícola no Brasil – novos rumos.** In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ZONEAMENTO AGRÍCOLA 1., 2000, São Paulo. Anais do Seminário. Disponível em: . Acesso em: abr. 2017.

SAMPAIO, E.V.S.B. et al. **Fertilidade dos solos do semi-árido.** In: PEREIRA, J.R.; FARIA, C.M.B. (Eds.). Fertilizantes: insumo básico para a agricultura e combate à fome. Petrolina: Embrapa/CPATSA/SBCS, p. 51-69 1995.

SANTOS, C. A. C. DOS & MANZI, A. O. **EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ E SUAS RELAÇÕES COM A TEMPERATURA DOS OCEANOS TROPICAIS.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.1, 157 - 165, 2011.

SELESHI, Y.; ZANKE, U. **Recent changes in rainfall and rainy days in Ethiopia.** International Journal of Climatology, v.24, n.8, p.973-983, 2004.

SILVA NETO, L.F. **Influência do plantio direto e da cobertura vegetal sobre os atributos físicos e matéria orgânica do solo e produtividade do milho.**41f. Monografia (Curso de Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, PB. 2003.

SILVA, A. S.; SILVA, I. de F. da; SILVA NETO, L. de F. da; SOUZA, C. da. **Semeadura direta na produção do milho em agricultura de sequeiro na região Nordeste do Brasil.** Revista Ciência Rural, v.41, n.9, set, 2011.

SILVA, A.S. **Propriedades físicas e químicas do solo, sistema radicular e produtividade do milho sob diferentes sistemas de manejo na microrregião de Guarabira-PB.** 80f. Dissertação (Mestrado em Solos) - Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação do solo e Água, Universidade Federal da Paraíba, PB. 2002.

SILVA, D. F. DA; PRELA-PANTANO, A.; SANT'ANNA NETO, J. L. **VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA NA REGIÃO DO MEDIO PARANAPANEMA, SP.** Revista brasileira de climatologia. p 101-116. Ed 1. n 1. Agosto de 2008.

SILVA, G.; DA SILVA, D. F. **Análise da influência climática sobre a produção agrícola no semiárido cearense.** Revista Brasileira de Geografia Física v.09. n.02. p 643-657. 2016.

SILVA, G.; DA SILVA, D. F. **ESTUDO DA INFLUÊNCIA CLIMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO (Zea mays) NO MUNICÍPIO DE AIUABA-CE.** In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza – CE. 15 a 18 de setembro de 2015.

SILVA, L. L. DA; COSTA, R. F. DA; CAMPOS, J. H. B. DA C; DANTAS, R.T. **Influência das precipitações na produtividade agrícola no Estado da Paraíba.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.4, p.454–461, 2009.

SILVA, R. R. DA. **RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DE SOJA NO MUNICÍPIO DE IBIRUBÁ-RS.**

Dissertação (Mestrado). p 95. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria. 2013.

SOUSA, R. B. de & TARGINO, I. **PERFIL DA PRODUÇÃO FAMILIAR RURAL NA PARAÍBA**. IN: XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, São Paulo-SP, p. 1-29 2009.

TUCCI, C. E. M,(Organizador). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Editora da UFRGS/ABRH, 4ª edição, 1ª reimp. – Porto Alegre – SC. 2009.

UNGER, R. M. **Desenvolvimento do Nordeste como Projeto Nacional**. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, 2009.

ZANETTI, S. S.; OLIVEIRA, V. DE P. S. DE.; PRUSKI, F. F. **VALIDAÇÃO DO MODELO ClimaBR EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE DIAS CHUVOSOS E À PRECIPITAÇÃO TOTAL DIÁRIA**. Revista Engenharia Agrícola., Jaboticabal, v.26, n.1, p.96-102, jan./abr. 2006.